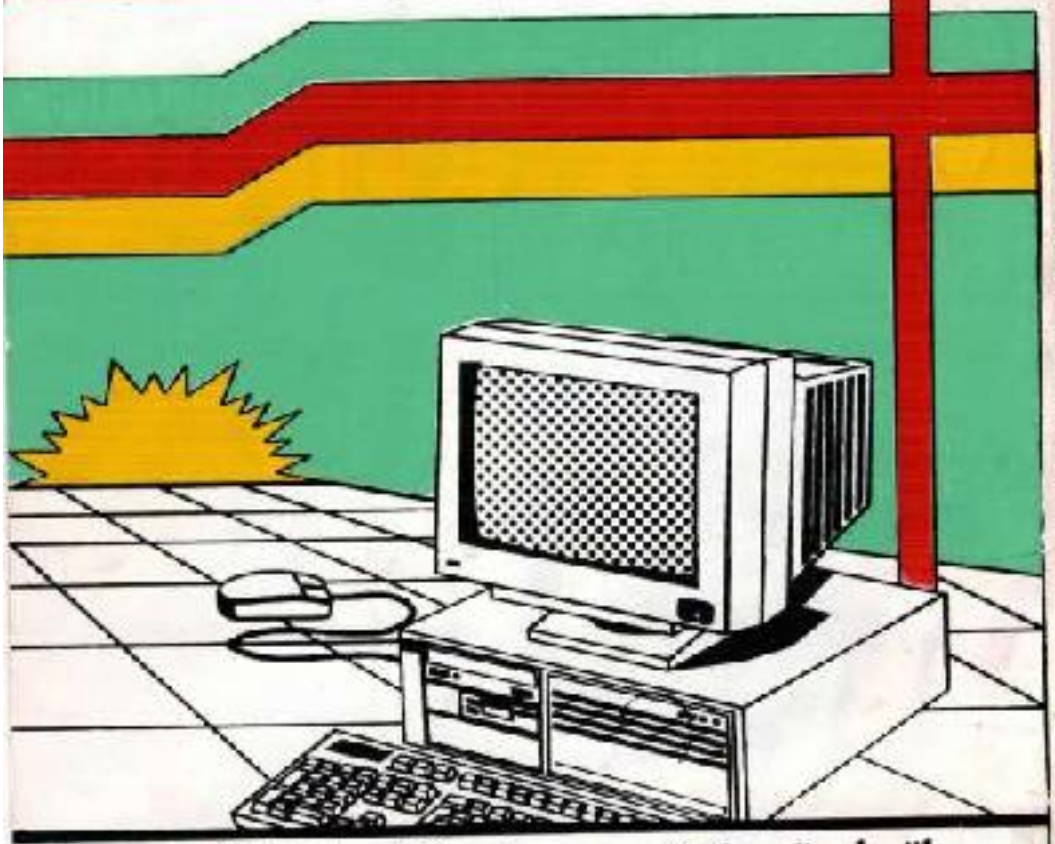
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المركز القومي للحاسبات الالكترونية

# الحاسبات الالكترونية



مجلة علمية محكمة تعنى بعلوم الحاسبات الالكترونية

العدد ٣٧

سنة ١٩٩٢

الحاسبات الالكترونية
مجلة علمية محكمة تعنى بعلوم الحاسبات الالكترونية

وزارة التعليم العالـــــي والبحث العلمي
المركز القومي للحاسبات الالكترونية

# الحـــاســـبات الالكترونية

مجلة علمية محكمة تعنى بعلوم الحاسبات الالكترونية

العدد السابع والثلاثون ١٤٢٠هـ - ٢٠٠٠م

مجلة دورية
العدد السابع والثلاثون
السنة الثالثة والعشرون
٢٠٠٠

# مجلة الحاسبات الالكترونية

تكون جميع المراسلات بعنوان:
رئيس تحرير
مجلة الحاسبات الالكترونية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
ص.ب. ٣٢٦١ – السعدون
بغداد – العراق

تصدر عن – وزارة التعليم العالي والبحث العلمي – المركز القومي للحاسبات الالكترونية

## هيئة تحرير المجلة

| | |
|---|---|
| رئيس التحرير: | د. جلال عبود البياتي |
| نائب رئيس التحرير | د. جبير جوامير الحديثي |
| مدير التحرير: | العميد فائز خليل عبد الاحد |
| هيئة التحرير: | الاستاذ أكرم محمد عثمان |
| | د. عباس فاضل عبد القادر |
| | د. جلال محمد يوسف |
| | د. علاء حسين الحمامي |
| | د. رياض شاكر نعوم |
| | د. جين جليل اسطيفان |
| | د. لمياء حافظ |
| | د. علي شميل حسن |

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ٣٠٤–١٩٧٧

الاشتراك السنوي: داخل العراق: للدوائر والشركات: ١٠٠٠٠ دينار
خارج العراق: للدوائر والشركات والاشخاص: ٣٥ دولار

طبعت في مكتب النسق للتنضيد والطباعة الالكترونية

## معلومات للراغبين في النشر

تهدف المجلة الى تعميق المعرفة بعلوم الحاسبات بين العاملين وفي توسيع القطاعات الجماهيرية وصولا الى جعلها مصدرا علميا متخصصا في هذا المجال باللغة العربية وسوف يتطلب فقط في نشر المواد القيمة والمفيدة التي تتخذ احد الاشكال التالية:

البحث، التقرير، المقالة، المواد المترجمة.

وتخضع جميع المواد للنشر للتقييم من قبل اختصاصيين مختارين وفق معايير خاصة لغرض ضمان رفيع من النوعية. كما وتشير الى ان المجلة سوف لا تنظر في نشر أي من المواد التي سبق نشرها او التي تنتظر النشر في مطبوع اخر وتمنح المجلة مكافأة تشجيعية للمواد التي تنشر، وتدرج ادناه تعليمات خاصة بطريقة وضع وعرض وتقديم المواد للنشر، راجين مراعاتها تسهيلا للمهمة.

١- **مشروع المادة:** تقدم المادة باللغة العربية بثلاثة نسخ مطبوعة على الة الطابعة على وجه واحد من الورق وبأسطر متباعدة، مع ترك مسافة كافية للهوامش.

٢- **المحتوى:** يكون ترتيب محتوى المادة على الوجه التالي:
- العنوان يليه اسم (او اسماء) وعنوان (او عناوين) الكاتب (او الكتاب).
- ملخص لا يزيد عن مائة كلمة يعطي فكرة موجزة عن الموضوع.
- قائمة، صلب الموضوع، ثم خاتمة.
- قائمة بالمراجع.
- الرسوم والمخططات والصور الفوتوغرافية.

٣- **المراجع:** يشار الى المراجع بارقام (مطبوعة على الطابعة) وبوصف كل مرجع في قائمة المراجع على النحو الاتي:
اسم كاتب المادة، عنوان المادة، المطبوع التي نشرت فيه، سنة النشر، الصفحة.

٤- **الجداول:** تكتب الجداول على الطابعة ويراعى ان تكون لها ارقام مسلسلة وعناوين واضحة وان لا تكون تكرار لبيانات ظهرت في مكان اخر من المادة.

٥- **الرسومات:** تقدم الرسومات الاصلية مرسومة بوضوح (ويفضل ان تكون بالحبر الصيني على ورق شفاف). ويراعى ان يكون لكل رسم عنوان وافي ودقيق، وان تشرح كل الرموز المستعملة فيه.

٦- **الصور الفوتوغرافية:** يفضل تقديم اكثر من نسخة من الصور الفوتوغرافية المستخدمة في المادة (ان وجدت).

٧- **المعادلات:** تترك مسافة قدرها سنتيمتر على الاقل بين المعادلة وما يسبقها ويليها من معادلات او كتابة، ويراعى تجنب استعمال الحروف والارقام التي قد يلتبس الامر بينها.

٨- **برامج الحاسبات:** اذا كانت الضرورة تقضي تضمين برنامجا فيراعى وضعها في ملحق الا اذا كان ذلك البرنامج او البرامج جزء رئيسي من المادة او موضوعها.

٩- **الارقام العربية:** تستخدم الارقام العربية الاصلية (1، 2، 3، الخ) في المواد المقدمة.

١٠- **المصطلحات:** يراعى استخدام المرادفات العربية للمصطلحات الاجنبية المستخدمة في كتابة المادة وللكاتب ان يضمن المصطلح الاجنبي بين قوسين في حالة اضطراره لاستعماله او عدم تمكنه من ايجاد بديل عربي.

١١- **التقديم:** ترسل المواد على العنوان التالي: رئيس تحرير مجلة الحاسبات الالكترونية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، ص.ب ٣٢٦١ المعدون، بغداد-جمهورية العراق، تلكس- ٢١٢١٦٣.

# كلمة العدد

سنوات قليلة قادمة وينقضي قرن، ويأتي قرن جديد . . . وتتحول منجزات هذا القرن الى القرن الحادي والعشرين وتطوي مجلة الحاسبات الالكترونية السنة الثانية والعشرين على صدورها بتقديمها العدد ٣٧ .

والمجلة في العقود السابقة فتحت ذراعيها لكل المعنيين والمختصين في علوم الحاسبات الالكترونية، وتناشدهم لتقديم ما لديهم من مواضيع بخصائص المجلة لغرض النشر. وكانت مسيرة المجلة مليئة بالعمل الجاد والشاق في تحفيز الباقين للكتابة باللغة العربية لاهمية تعريب هذا العلم الحديث ووضع بدايات ومبادرات جدية لاتخلو من الاصالة ولعدد كبير من البحوث في مجال تعريب البرامجيات والحاسبات الالكترونية بالاضافة الى عدد كبير من التطبيقات وتطوير الاستخدامات والاجهزة واستخدام الحاسبات في التعليم .

ونحن نخطى القرن العشرين نشكر جميع المساهمين من باحثين ومقيمين واعضاء هيئة التحرير على جهودهم وعملهم العلمي الجاد . كما نجدد طلبنا الى الاخوة الباحثين والمختصين في مرفد المجلة بموضوعاتهم لتعزيز مسيرة البحث العلمي العربي في مجال الحاسبات الالكترونية.

هيئة التحرير

# محتويات العدد

١- البحوث باللغة العربية


| المحتويات | رقم الصفحة |
|---|---|
| – أخلاقيات العمل في مجال نقانة المعلومات<br>د. هلال عبود نقي البياتي | ٥ |
| – ملظومة للتحكم بوحدات للسيطرة موزعة على مساحة واسعة<br>فائز خليل عبدالاحد | ١٢ |
| – الارتباط بطريق المعلومات فائق السرعة<br>د. جبير جوامير الحدوثي | ٢١ |


٢- البحوث باللغة الانكليزية


| Contents | Page No. |
|---|---|
| - Nonlinear System Identification Using Neural Networks<br>Dr. Wasim A.K. Al-Hamdany | 3 |
| - The Use of Polynomial Predictors in Image Coding<br>Dr. R.S. Naoum<br>Dr. Luay A. Jori<br>Farah Y. Hameed | 19 |
| - A Genetic Algorithm Approach for Solving Flow Shop Problem<br>Dr. R.S. Naoum<br>Dr. Hisham Al-Rawi<br>Buthyna F. Abid | 36 |

# أخلاقيات العمل في مجال تقانة المعلومات

الدكتور هلال عبود تقي البياتي
مدير عام المركز القومي للحاسبات
بغداد-العراق

## ١- المقدمة

في شباط ١٩٨٨ اصيب العاملون في مجال الحاسوب بدهشة كبيرة عندما قاما طالبان من جامعة امستردام في هولندا بتلاية يمين الالتزام بأخلاقية العمل وتم نشر المبرر لذلك عندما حصلا على شهادة الماجستير باعتبار ذلك اليمين يمين الأخلاقيات في علوم الحاسوب وذكر الطالبان في ذلك التبرير بان العلوم قد اثرت في السابق على خير الانسانية بشكل كبير. وان تقانة المعلومات لها نفس التأثير، فبنكوك المعلومات تحد من القرار الشخصي وعليه فان نوعية الحياة قد اصبحت في خطر. فالطالبان اثارا بعض الاستفسارات الأخلاقية. هل لنا اعتبار بناء وبيع الانظمة الخبيرة امرا مقبولا من كونها ذات تأثير على اتخاذ القرار؟ هل لنا ان نبرر العمل على انظمة ذات تأثيرات سلبية على الانسانية؟ ان الجواب على السؤالين لا يتم من قبل الفنيين او العلماء فقط. فهناك حاجة لجوانب أخلاقية جديدة وعليه فان الطالبين قاما بوضع المبادئ الأخلاقية بصيغة يمين: وليكن العمل في خدمة البشرية، وليكن للمرء حق اتخاذ القرار كمبدأ عام للدراسة والعمل.

ان ادى اليمين في حالات مهنية ليس بالامر الجديد. ففي بعض المهن كالقضاء والطب، هناك تقاليد قديمة بادداء اليمين. واكثرها شهرة هو اليمين الذي يؤديه الاطباء بان يكون عملهم بشرف ولخدمة البشرية. وفي المهن الفنية فان هذه الظاهرة تعتبر شيئا جديد.

ان عدوة الاهتمام بالأخلاقيات وقواعد الأخلاقيات وايمان الأخلاقيات، تثير السؤال... ماذا نعني بالأخلاقيات وسلمي المبادئ الواجب وضعها؟.

## ٢- الاخلاقيات والنظريات الاخلاقية

يقول بعض الفقهاء بان الأخلاقيات تمثل نوعا من القواعد الفلسفية لاختبار المفاهيم العامة والنظريات المؤدية للخير، ولوضع الاسس عقلانية لعمل الخير وللحياة السعيدة. ويقول اخرون بان الأخلاقيات، باعتبارها نظريات، تعطينا قواعد ومبادئ عامة لاستخدامها في القرارات المعنوية، وبعكس ارائنا الاعتيادية، فانها توفر مبررات لتلك القواعد والمبادئ، فهي اكثر من تبيان ماهو الصحيح او الخطأ. وعلى من يعتمدها ان يكون قادرا على الدفاع عنها وايضاح اسباب اعتناقها. فالأخلاقيات اذن ذات طابع معياري.

وبصورة عامة، يمكن اعتبار الأخلاقيات من خلال نظريتين: النظرية الغائية (TELEOLOGICAL) اي كل شي موجه نحوه غاية من خلال ترابط منطقي، ونظريات الخاصة بالواجبات الانبية (DEONTOLOGICAL) كما ويمكن اعتبار التمايز كما في الاختلاف بين الأخلاقيات التاريخية والأخلاقيات المثالية. فالنظرية الغائية ذات ترابط

المنطقي تعنى بالنظريات من خلال نتائج الاعمال فالصحيح والخطأ يحدد من تلك النتائج. فالسلوكية او المذهب النفعي تعتبر من الامثلة على النظرية الغائية لكونه يعتبر تحقيق اعظم الخير والسعادة لاكثر عدد من الناس يجب ان يكون هدف السلوك البشري، أي ان الاعمال تكون صالحة اذا كانت نافعة فالسعادة هي اقصى ما يهدف اليه أي مخلوق. وكل عمل يقاس بنتائجه. اما النظرية الخاصة بالواجبات الادبية فانها تركز على الشخصية ذاتها وليس على تاثيرتها. فالصحيح والخطأ من أي عمل يعتمد على جوهر ذلك العمل. فاذا كانت المبادئ الخاصة بذلك العمل ذات طبيعة يمكن تعميمها، عليه يكون العمل نافعا. فبعض الاعمال اذن تكون نافعة او مضرة دائما مهما كانت نتائجها والامثال على ذلك كما في الصدق في القول ، وعدم القتل مهما كان الموقف. ويقع في صميم هذه النظرية كون الفرد ذا قيمة ويجب ان يؤخذ ذلك في الحسبان فالجنس البشري يختلف عن بقية المخلوقات بموهبة العقل والمنطق.

وهناك نظرية ثالثة وهي نظرية الأخلاقية النسبية التي تذهب الى عدم وجود معايير أخلاقية عامة، فالخطأ والصواب يعتمد على الفرص والمناسبات والمواقف والاشخاص والثقافات والمجتمعات. فتعدد الزوجات مقبول في بعض المجتمعات ومحرم في مجتمعات اخرى. كما وان المؤمنين بهذه النظرية يعتبرون مقاييس الأخلاقيات تتغير بتغير الزمن، فالخطأ في بعض الازمان قد تعتبر صوابا في زمان اخر.

## ٣- وظائف المعايير الأخلاقية

ان وظائف المعايير الأخلاقية شيء متناسقة، فالادبيات المتنوعة تنظر الى تلك الوظائف بصورة مختلفة. فهناك شعور عام بان المعايير الأخلاقية لمهنة ما تعتبر مسؤولية العامل في تلك المهنة غير مقتصرة على المنتوج بل تتعداه لتشمل النتائج المترتبة على تسويق ذلك المنتوج. فان مسؤولية العامل الفني لا تقتصر على الجوانب الفنية والاقتصادية بل تتعداها الى الجوانب الاجتماعية والثقافية. وهناك وظيفة اخرى للمعايير الأخلاقية يمكن اعتبارها تكميلية للاسباب القانونية والسياسية فالأخلاقيات ليست بديلا للقانون ولكنها سندا له. ويمكن اعتبار الأخلاقيات ضرورية قبل وبعد أي تشريع. كما ان الاجراءات السياسية والقانونية تعتبر بطيئة بالمقارنة مع التطور السريع في تقانة المعلومات.

اما الوظيفة الثالثة للمعايير الأخلاقية فتمثل بضرورة خلق الوعي الجماهيري حتى وان ادى ذلك الى مناظرات متعددة. ان تحفيز الوعي يعتبر عاملاً مهما في مثل هذه المعايير اضافة الى تخويل المسؤوليات نتائج الفعاليات. فالعلم والتقانة اصبحت ذات اهتمامات مشتركة في معرفة نتائج اية فعالية، وعند الضرورة لابد من عمل مشترك بالتنسيق مع المجتمع. وعليه فان اعلام المجتمع عن المعايير الأخلاقية يصبح امرا ضروريا.

كما وتمثل الوظيفة الرابعة للمعايير الأخلاقية بالوظائف الاجتماعية ذات العلاقة بالمجموعات ذات الفكرة الواحدة. وعبارة اخرى هي المعايير التي قد تختلف فيما لو لم يكن لها علاقة باية مجموعة فكرية. وكمثال على ذلك وبما

يخص مجال تقانة المعلومات فهذه المعايير تمثل مؤشرات لمصلحة اولئك المهتمين مهنيا بتقانة المعلومات بهدف الوصول الى مستوى رفيع من التصرف المهني. والمهني هنا هو الشخص ذو الكفاءة العالية والملتزم بمقاييس أخلاقية عالية عند تطبيق اختصاصاته. وهذا يشبه حماية المهن ومستوياتها في القرون الوسطى. كما وتجدر الاشارة الى ان هذه الوظيفة هي الاكثر تعرضا لانتقاد باعتبارها تركز على مستوى المهنة اكثر من مسؤولية المهني تجاه المجتمع.

وفي مثل هذه الحالات تستغل المعايير كغطاء للتصرف غير المقبول واحيانا تستغل للدفاع عن المنتجات ذات السمعة الرديئة.

وهناك وظيفة اخيرة للمعايير الأخلاقية تخص المنظمات ومؤسسات العالمية او الدولية. فالمعايير الخاصة بالتصرفات يمكن ان تجانس او تنسق الاجراءات المختلفة المتخذة في عدد من المؤسسات او البلدان. ففي العديد من البلدان تكون الاجراءات السياسية والقانونية ذات تاثير على اتجاهات ونشاطات تقانة المعلومات، ولكن الاساليب والعمليات تختلف عن بلد لاخر وليس فقط باختلافات الكبيرة بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية. ففي بلدان اوربا الغربية مثلا، تكون الاختلافات في المجالات المتخصصة مثل حماية الخصوصية كبيرة جدا لدرجة تصل الى ضرورات لوضع اجراءات اوربية شاملة لتوافق بين القوانين المعتمدة والمقترحة. وكخلاصة للوظائف الخاصة بالمعايير الأخلاقية نكون قد ميزنا بين المسؤولية، مرونة الاجراءات المقترنة بالامور القانونية والسياسية، تنشيط الوعي في المجتمع، وضع المهنة او العمل، والتوفيق بين الاجراءات المختلفة في البلدان المختلفة.

٤- <u>الخيارات للمعايير الأخلاقية</u>

هناك مجالات واسعة للحديث عن المعايير الأخلاقية وعن اساليب وضعها موضع التنفيذ وتتلخص الاخيارات في الادبيات ذات العلاقة بما يلي:-

أ- **صيغة المبادئ:** وتكون كبيانات او مقالات يمكن اعتمادها لوضع مؤشرات دولية او عالمية، او لتكون كوثائق مرجعية، او لتوفر القاعدة لتطوير ادوات قانونية متخصصة.

ب- **صيغة السياسيات:** وتكون كمؤشرات لتصرفات مقبولة او اساليب عمل او مقاييس العامة.

ج- **صيغة تعليمات:** وتشمل هذه عادة اساليب عمل أخلاقية تركز عادة على العمل التصرفات والانتاج ونوعية الخدمة المؤداة.

د- **صيغة المؤشرات:** ويمكن ان تكون قانونية ضمن تخصص محدد وتستخدم لتوفير توجيهات محددة بمعان قانونية وان لم تكن قابلة للتنفيذ او حتمية.

هـ- **صيغة الادوات:** عادة تكون ملزمة، خاصة اذا كانت صيغة التشريع صحيحة القانونية وبشرط ان تكون المحاكم في مستوى فهم ما يطرح امامها.

٥- <u>الحاجة الى أخلاقيات لتقانة المعلومات</u>

ان تقانة المعلومات ذات تاثير كبير على حياتنا اليومية. وهناك دراسات كثيرة حول تاثيراتها وما يترتب عليها. ولو نظرنا اليها بصورة شاملة فان

تاثيراتها تكون بمستويات عديدة، كالتاثير على مستوى المجتمعات وكالتاثير على مستوى المنظمات ومؤسسات، او كالتاثير على مستوى الفرد والحياة العائلية.

فعلى المستوى العام والتأثير على المجتمع، ونرى بان الخطوة في تزايد مستمر، حيث قد تسبب تقانة المعلومات توجها نحو مركزية السلطة، وقد تسبب توسعات في الفجوة بين الاميين والمتعلمين، وقد تتسبب بخلق فجوة اكبر بين الدول المتقدمة والدول النامية، وقد تخلق مشاكل قانونية جديدة كحقوق معدي البرامجيات وجرائم المعلوماتية.

اما على مستوى المنظمة او المؤسسة، فتاثيرات تقانة المعلومات تتضح من خلال تاثيراتها على العلاقات الوظيفية ومؤهلات العمل. كما وانها تخلق مشاكل جديدة للامنية والتغييرات الهيكلية.

وعلى مستوى الفرد والحياة العائلية، فان تاثيرات تقانة المعلومات تمثل بالمخاطر على الخصوصية التي تعتبر من اكبر المشاكل المستقبلية في كافة المجتمعات التقنية. ومن المشاكل الاخرى اتساع الفجوة بين الشعوب والحكومات واتساع الشعور بالضعف والاحباط اتجاه تقانة المعلومات.

يقول الفقهاء باننا بحاجة لأخلاقيات تقانة المعلومات للاسباب التالية:-

أ- ان تقانة المعلومات اداة فائقة القوة ومستمرة التطور.

ب- ان تقانة المعلومات تلج كافة ما يتعلق بحياتنا.

ج- ان الاعتماد على تقانة المعلومات يخلق مخاطر جمة.

د- ان تطور وزيادة استخدامات تقانة المعلومات تجاوزت سرعتها كل التشريعات وادوات التنفيذ القانونية.

ان تاثيرات تقانة المعلومات الكبيرة جدا على كافة قطاعات المجتمع وخصوصا دور هذه التقانة في الانظمة العسكرية قد ادت الى المطالبة في كافة الدراسات المتخصصة تقريبا للحد من والسيطرة على الاثار السلبية لتلك التقانة وفي كافة الحالات تقريبا اصبحت هناك حاجة لاجراءات سياسية وقانونية للسيطرة على النتاجات السالبية لتقانة المعلومات، وان اللوائح الأخلاقية قليلا ما تعتمد كاسلوب لذلك.

كما ويبدو بان المختصين بالحاسوب ومؤسساتهم وليس علماء الاجتماع العاملين على التاثيرات الاجتماعية، هم الذين يطالبون بمعايير متخصصة للأخلاقيات تلزم المهنيين او افراد مؤسساتهم وهذه الظاهرة تعتبر كمؤشر ايجابي في مجتمعات تتجه نحو التكنوقراطية بمفهوم كون كافة المشاكل وحلولها قد اصبحت فنية فالفني في مجال الحاسوب قد بدأ يوعى حقيقة نتائج العمل الذي يقوم به. وان المتخصص في مجال الحاسوب هو المقتدر الوحيد على التحقق من ذلك حيث انه الوحيد الذي يتمكن من معرفة طبيعة منظومات الحواسيب الجديدة وعمق حمايتها الفنية وقابليتها للاستخدام او غير المرخص ومقاصد مستخدميها. وعلى ضوء ذلك ازدادت المطالبة للوائح أخلاقية.

## ٦- اللوائح الأخلاقية

منذ ١٩٦٦ اتبعت منظمة (ACM) وهي كبريات المؤسسات في مجال تقانة المعلومات في العالم، مجموعة من المؤشرات لترشيد التصرف المهني في مجال معالجة المعلومات. وسنرى بمرور

الوقت مطالبات مستمرة للوائح أخلاقية من قبل كافة شرائح المجتمعات، خاصة في المجالات التي تظهر نتائج العمل فيها الى العيان. وفي الوقت الحاضر هناك لوائح أخلاقية لبعض المهنيين المتخصصين (علماء الحواسيب، الصحفيين الباحثين العلميين) ولبعض المؤسسات المهنية (BCS, ACM) وكذلك لبعض الشرائح الدولية. ومع ان الاهداف والوظائف للوائح عادة ما تكون متشابهة، الا ان القصرى والتفاصيل تختلف كثيرا. فبعض اللوائح مفصلة جدا، وبعضها مدونة بصورة عمومية. والبعض معد من قبل المهنيين انفسهم (تكون متحيزة)، وهناك لوائح معدة بالتنسيق مع المستخدمين والمنظمات الشعبية. كما وان بعض اللوائح تتضمن فقرات واضحة للعقوبات وللروادع ، في حين ان البعض لا يشير الى التزامات. وعلى العموم فان مضامين اللوائح تتأثر بصورة كبيرة بطبيعة وحجم المنظمة او المؤسسة. فان كانت المؤسسة صغيرة ومتجانسة تكون اللوائح محددة التفاصيل.

اما اذا كانت المؤسسة كبيرة ومعقدة الهيكلية، فتكون اللوائح عمومية في مضمونها.

وسندرج في الادنى امثلة لبعض اللوائح الأخلاقية لتقانة المعلومات:-

### أ- لائحة (ACM) الجمعية الامريكية لاجهزة معالجة المعلومات:

وتضع هذه اللائحة مبادئ عامة لأخلاقيات مهنية وقواعد ملزمة لكل عضو في الجمعية.

١- على كل عضو ان يعمل بشرف واستقامة وبكل الاوقات.
٢- على كل عضو ان يعمل على زيادة مقانتة وكفاءة وهيبة المهنة.
٣- على كل عضو ان يتحمل مسؤولية عمله.
٤- على كل عضو ان يتحمل مسؤولية المهنة.
٥- على كل عضو ان يستغل المعارف والمهارات التي يمتلكها باتجاه الرقي في سعادة الانسانية.

### ب- لائحة (BCS) الجمعية البريطانية للحاسبات الالكترونية:

تاخذ هذه اللائحة مقاييس كفاءة الاداء والتصرف وأخلاقيات العمل في مجال الحاسبات الالكترونية في المملكة المتحدة بنظر الاعتبار. وان محتويات اللائحة تتضمن:

١- السلوكية المهنية: على عضو الجمعية ان يلتزم بسلوكية تدعم منزلة وسمعة ورفعة مستوى المهنة.
٢- الاستقامة المهنية: على عضو الجمعية ان لا يعمل باساليب غير سليمة أي عمل قد يوقع اذى بسمعة او تجارة او توقعات عضو اخر في الجمعية. وعليه ان يعمل بكل استقامة لمصلحة المجتمع او أي فرد فيه والعاملين في المهن والحرف الاخرى المحتمل اتصاله بهم مهنيا.
٣- المصلحة العامة: على عضو الجمعية عند اداء مسؤولياته للجهة التي يعمل لديها او الجهات المستفيدة منها ان يحترم وبكل امانة المصلحة العامة وحقوق الاطراف الثالثة، وعلى الاخص عليه ان يضمن ويصون الحقوق المعنوية للاخرين وان لا يلحق ضررا بها.
٤- الاخلاص: على العضو ان يؤدي واجباته للجهة التي عمل بها او

زبائنها باخلاص تام، وعليه ان لا يبوح باية معلومات سرية ذات علاقة بهما.

٥- الكفاءة الفنية: على عضو الجمعية ان يقتصر خدماته على تلك التي هو متاكد من كفائته بها وتقع ضمن مؤهلاته العلمية، وعليه اعلام الجهات التي تستخدمه او ترشب بخدماته عن مستوى قابلياته الفنية ذات العلاقة بالخدمات المطلوبة.

٦- النزاهة وعدم التحيز والتجرد: على عضو الجمعية اشعار الجهة التي تستخدمه، تحريرا، عن اية مصالح شخصية له قد تؤثر على نزاهة الاستشارة التي يقدمها والتي قد تلحق ضررا بمصالحها.

## ٧- مسودة لائحة للأخلاقيات المقترحة من قبل الاتحاد الدولي لمعالجة المعلومات (IFIP) ١٩٩٠

### أ- الأخلاقيات المهنية الشخصية

١- المسؤولة الاجتماعية.
٢- حماية الخصوصية.
٣- الاستقامة الشخصية.
٤- الكفاءة المهنية.
٥- المسؤولة الشخصية.

### ب- الأخلاقيات الخاصة بالمنظمات والمؤسسات الدولية

١- مقاييس الاداء العالية.
٢- المقاييس والضوابط الدولية.
٣ -الحماية القانونية الدولية.
٤- انتاجية العاملين ونوعية ظروف العمل.
٥- مشاركة الجهات المستفيدة ومراجعاتها.

### ج- الأخلاقيات للمعلومات القانونية الدولية

١- قانون الحقوق المعنوية.
٢- القانون الدولي العام.
٣- القانون الدولي للاتصالات.
٤- القانون الدولي الجنائي.

### د- أخلاقيات السياسة العامة الدولية

١- حرية الاتصالات.
٢- الخصوصية واحترام الافراد.
٣- انسانية نظم المعلومات.
٤- محو الامية دوليا في مجال المعلوماتية.
٥- العدالة في اتاحة الفرص في خدمات المعلومات.
٦- الثقافة والحياة وحرية الاختيار.

## ٨- الأخلاقيات والملكية الفكرية

لقد شاع مؤخرا موضوع استنساخ البرامجيات من قبل الاشخاص والمكاتب وتداول النسخ البرمجية باسعار بخسة او منخفضة مما اضطر بالاشخاص والمكاتب والشركات ايجاد وسائل عديدة للحفاظ وحماية منتجاتهم البرمجية من النسخ او السرقة، ومن هذه الطرق وضع مفاتيح معقدة ومجفرة او استخدام اسلوب زرع الفايروسات التي تنشط في البرامجيات المستنسخة كما حدث مؤخرا في ظهور فايروس شرونوبل في نظام ونذوز ٩٨.

اولا نود ان نبين بان سرقة البرامجيات عن طريق الاستنساخ يعتبر عملا غير أخلاقيا ينظر بالمصالح الشخصية للمالكين او المنتجين وهذا نعمل اللاخلاقي يجب ان يقابل باجراءات قانونية لحماية حقوق الملكية الفردية ولمنع الضرر الذي يحصل بحق المنتجين لابد ان يكون هناك نوعين من الاجراءات الاول كمعاهدة دولية

والثاني ان تشرع الدول بـــرادع قـــانوني ينص على العمل من الجرائم المعلوماتيـــة المادية التي يعاقب عليها القانون.

ولابد لنا الاشارة الى انواع اخرى من المشاكل في خرق أخلاقيات المهنة من عند قيام بعض المختصين فـــي مجـــال تقانـــة المعلومات على التصـــرف بالمعلومـــات والمعرفة التي لديهم عند تركهم العمل لدى المكتب او الشركة التي يعملون بـــها او ان يقوم الشخص بترك الشركة التي يعمل لـــها ويذهب للعمل لذاته او لشركة اخرى وينتفع من انتاج في دور التطوير من خلال نقـــل كل ما حصل عليه من عملـــه او شـــركته السابقة الى جهة اخرى او بالاساس حجـــب تسليم ما لديه الى الشركة الســـابقة التـــي يعمل لديها.

هناك امثلة كثيرة بالاضافة الى ما ورد اعلاه تمثل خرق فاضح للملكيـــة الفرديـــة وعمل لا يتصف بالأخلاقية المهنية.

٩- <u>الاستنتاجات</u>

أ- هناك ضرورة لوضع صيـــغ مقبولـــة للوائح أخلاقية وطنية فـــي مجـــالات العمل في تقانة المعلومات.

ب- ان مقترح الاتحاد الدولـــي لمعالجـــة المعلومات يعتبر ذا فـــائدة كمنطلـــق لوضع لائحة وطنية، مـــع ضـــرورة مراعـــاة كـــون المقـــترح ذا صيغـــة تستوجب التغيير باتجاهـــات اللوائـــح الوطنية.

ج- ان الالتزام القانوني بفحـــوى لوائـــح الأخلاقيات المهنية يستوجب دراســـة مشتركة بين المختصيـــن والقـــانونيين وعلماء الاجتماع.

١٠- <u>التوصيات</u>

أ- ضرورة وضع لائحة لأخلاقيات العمـــل في مجال تقانة المعلومات في الـــدول العربية تكون على مستويين.

١- **المستوى الشخصي:** حيث لابد من ان يتعهد العاملون في مجال تقانـــة المعلومات سواء كانوا من منتسبي الدولة او في القطاع الخاص بمـــا يلي:

٢- **مستوى المكاتب والشركات:** حيث ان توسعها وانتشارها السريعين في السنين الاخيرة يستوجب:

- حصر الجهات المانحة لموافقات فتح المكاتب والشركات في مجال تقانة المعلومات، لتكون لدى جهة مهنية مسؤولة بدلا من تعدد تلـك الجهات في الوقـــت الحـــاضر: وزارة التربية، وزارة التجـــارة، جمعية علوم الحاسبات ... ولكـــي يكون البت في موضوع المكتـــب او الشـــركة ذا اســـس علميـــة موضوعية مهنية محدد ومقـــررة تأخذ بنظر الاعتبار الأخلاقيـــات المهنية المطلوبة.
- تعهد المكاتب والشـــركات قبـــل الحصول على الترخيص بـــالعمل بلائحة للأخلاقيات المهنية كمـــا في النقاط الواردة في المســـتوى الشخصي.
- ان تكون المكـــاتب والشـــركات مسؤولة عن نتائج الاعمال التـــي تقوم بـــها والمـــواد والنتاجـــات المسوقة من قبلها ضمـــن تعـــهد عند طلـــب الـــترخيص وعـــدم اقتصار ذلـــك علـــى الاســـاليب التجارية المتبعة.

ب- رفع مضمون التوصية (أ) اعلاه الـــى الجهات المختصة لدراســـة مكانيكيـــة الالزام القانوني للمتعهد شخصا كان أو مكتبا أو شركة.

# منظومة للتحكم بوحدات للسيطرة موزعة على مساحة واسعة

فائز خليل عبد الأحد
المركز القومي للحاسبات الالكترونية

**الخلاصة:**

*ان ظهور تقنية UVLSI وتطور الحاسبات التصميمية جعل التصنيع الالكتروني لعدد كبير من الأجهزة ممكنا من الناحية الاقتصادية علاوة على ما توافره هذه الأجهزة من تسهيل لتنفيذ المهام المناطة بها وما تتميز به من دقة عالية في انجاز هذه المهام.*

*وفي هذا البحث تم تصميم وبناء منظومة تتألف من مجموعة من المسيطرات الموزعة على مساحة واسعة واعتمد على حاسبة متوافقة مع IBM لإدارة المنظومة. وقد استخدمت المنظومة للسيطرة على مجموعة كبيرة من الدافعات لأجهزة التبريد والتكييف.*

## منظومة للتحكم بوحدات للسيطرة موزعة على مساحة واسعة

يهدف مشروع البحث هذا الى تصميم وبناء منظومة للسيطرة على دافعات للهواء خاصة بمنظومة للتكييف ويتم في هذه المنظومة توجيه وحدات للسيطرة الالكترونية موزعة على مساحة واسعة باستخدام حاسبة شخصية متوافقة مع حاسبات IBM.

شهدت الصناعة الالكترونية منذ منتصف هذا القرن ثلاث ثورات حيث كان لكل منها تأثيرا بالغا على التطبيقات الصناعية والعملية وعلى المجتمع بشكل عام. وقد تمثلت هذه الثورات في اكتشاف الصمام المفرغ وتطوير الترانستور وأخيرا في مجال تقنية SSI. وقد أدى التطور في التقنية الأخيرة الى ظهور VLSI و UVLSI حيث نتج عنها ما يلي:

- ضمنة المكونات الالكترونية.
- تطوير أسلوب المنظومات الثانوية في عملية التصميم الالكتروني.

هذه النتائج بحقيقة الأمر مترابطة مع بعضها حيث ان الضمنة أدت الى تطوير رقائق المنظومات الثانوية، التي تنفذ عمليات كانت تتطلب في السابق أعداد هائلة من الترانستورات والمقاومات والمتسعات. ويمكن اعتبار المنظومات الثانوية المكونات الأساسية في بناء المنظومة حيث يمكن من خلال جمعها ومجانستها تكوين المنظومة، وكمثال على ذلك رقائق الحاسبات المايكروية

ومنها: INTEL 8751, INTEL 8748, MOTOROLA 6809 حيث تمثل كل منها حاسبة كاملة على رقيقة واحدة.

في هذا المشروع، أفترض ان المنظومة تحت التصميم يجب ان تلبي المتطلبات التالية:

* تتواجد دافعات الهواء في مواقع بعيدة عن مبنى الصيانة الأمر الذي يؤدي الى مصاعب في عملية تشغيل هذه الدافعات وتوفير المراقبة الآنية لها. لذا يفترض في المنظومة المصممة تسهيل هذه المهام وذلك بإنجازها من مبنى الصيانة الرئيسي.
* ان تكون المنظومة المصممة قابلة لتوسيع مهامها مستقبلا بدون أية صعوبات تعيق تحقيق هذا الهدف لتتضمن مهام أخرى كإطفاء دافعات الهواء عند حصول حريق أو المراقبة الأمنية للمواقع وغيرها.
* يراعى في تصميم المنظومة ان تكون عملية صيانتها سهلة وسريعة.

بناءا على ما تقدم يجب أن تؤدي وحدات الصيانة المهام التالية:

١- القدرة على تلقي الأوامر من مبنى الصيانة البعيد وتنفيذها.
٢- تشغيل دافعات الهواء وفق الأسلوب المقرر لذلك.
٣- مراقبة عمل دافعات الهواء والابلاغ عن حالة حصول عطل عند حدوثها.
٤- مراقبة وقياس درجة حرارة هواء الدافعة.

وليصبح بالامكان إنجاز مهام التشغيل والمراقبة من المركز الرئيسي للصيانة ممكنا تطلب الأمر توفير ما يلي:

١- حاسبة شخصية متوافقة مع IBM.
٢- تصميم وبناء وحدة للسيطرة على دافعات الهواء.
٣- تصميم البرامجيات اللازمة لفرض الاتصال بين الحاسبة الشخصية ووحدات السيطرة الالكترونية.
٤- تصميم البرامجيات اللازمة لتوجيه وحدات السيطرة.
٥- تصميم البرامجيات اللازمة لتحليل المعلومات المستلمة من وحدات السيطرة وإظهار النتائج على الشاشة والتنبيه الى العطل في حالة وجوده.
٦- تصميم البرامجيات التي تساعد المشغل في استخدام المنظومة والفني في اصلاحها.

سيتم في الأجزاء اللاحقة من هذه الورقة تقديم عرض للمكونات المادية والبرمجية لهذه المنظومة.

## تصميم منظومة التحكم

صممت منظومة التحكم لتجسد الخصائص المشار اليها في أعلاه وباستخدام الأجهزة المتوفرة. فقد تمت الاستعانة بحاسبة شخصية متوافقة IBM لمراقبة وتوجيه وحدات السيطرة التي ربطت معها بواسطة قناة اتصال تسلسلية. ان استخدام الحاسبة الشخصية لقيادة المنظومة أدى الى الحصول على الخصائص التالية:

- 8 MB لدعم برامجيات التشغيل وتوفير وسط خزن كافي لها.
- وجود أقراص ممغنطة وصلبة للخزن الدائم لبرامجيات التشغيل.
- جهاز مراقبة (Monitor) ليوفر وسيلة اتصال بين المشغل والمنظومة.
- لوحة مفاتيح ASCII لادخال البيانات.

ولغرض جعل استخدام الحاسبة ممكنا

لأغراض التوجيه والمراقبة فقد تم تصميم البرامجيات اللازمة للاتصالات والبرامجيات اللازمة لتحليل البيانات المستلمة من وحدات السيطرة وعرضها على الشاشة.

بالاضافة الى ذلك تم اختيار الحاسبة المايكروية INTEL 8751 لتكون المركبة الاساسية في وحدات السيطرة وذلك لأن Instruction Set ومعمارية هذه الحاسبة مصممة بشكل كفوء في التطبيقات الصناعية. هذه الأجهزة تتوفر فيها وعلى الرقيقة ذاكرة وصول عشوائي مقدارها 128 Byte وذاكرة مقروءة فقط بمقدار 4KB لخزن برامجيات التشغيل. كما يتوفر فيها قناة اتصال تسلسلية الأمر الذي ساعد كثيرا في تسهيل عملية ربطها مع الحاسبة الشخصية.

تم تصميم البرامجيات التي تمكن وحدة السيطرة من تحقيق الاتصال مع الحاسبة الشخصية وكذلك البرامجيات المطلوبة لإنجاز مهامها.

برامجيات أدارة المنظومة

يوضح الشكل (٢) الواجهة الرئيسية للمنظومة وكما تظهر على شاشة العرض الحاسبة الشخصية عند التشغيل. كما مبين في الشكل، الواجهة مقسمة الى جزئين. الجزء الأعلى لعرض نتائج تحليل البيانات المستلمة من وإلى السيطرات. حيث يتطلب ذلك تحديد رقم دافعة الهواء يوضع في الحقل المعنون AHU وتحديد سرعة اشتغال مروحة الدافعة حيث توجد احتمالية ان تكون السرعة High أو Low. كما توجد صيغتين لعمل دافعة الهواء، السيطرة على الدافعة باستخدام الحاسبة الشخصية وتدعى السيطرة عن بعد Remote أو ان تعمل على السيطرة في الموقع وتدعى السيطرة الموقعية Locale. ويتم اللجوء الى الحالة الأخيرة عند إجراء أعمال الصيانة عادة. كذلك نلاحظ درجة الحرارة لهواء الدافعة توضع تحت الحقل Temp.

أما الجزء الثاني فقد استخدم لعرض البيانات المدخلة من قبل المشغل وتفاصيل رسائل الخطأ. ونلاحظ في وسط الشاشة خطا فاصلا بين الجزء الأعلى والأسفل يتوسطه عرض للوقت وتاريخ اليوم. أما السطر في أسفل الشاشة فنلاحظ فيه مجموعة الخيارات اللازمة للتشغيل. لتشغيل المنظومة يجب إجراء ما يلي:

ا- الضغط على المفتاح Setup (F3) لادخال المعلومات الخاصة بتشغيل دافعة الهواء حيث تظهر الشاشة المبينة في الشكل (٣) وتحتوي هذه الواجهة على عدد من الخيارات والتي تحقق عند الضغط على مفاتيح الأوامر المقابلة لها إنجاز عدد من المهام.

المفتاح F1 لتحميل ملف تشغيل دافعة الهواء. اما المفتاح F2 لتخزين ملف تشغيل الدافعة. والمفتاح F3 يستخدم لادخال المعلومات اللازمة لتشغيل الدافعة وذلك من خلال الاجابة على عدد من الأسئلة وكما مبين في الشكل.

ب- الضغط على المفتاح Startup (F6) يؤدي الضغط على المفتاح الى توجيه الدافعات للتوقف او الاشتغال وفق السرعة المقررة. في حالة عدم تحقق الاتصال او استلام الرسالة بصورة خاطئة، تظهر رسالة خطأ

.NO COM

ج- الضغط على المفتاح Monitor (F4) يؤدي الضغط على هذا المفتاح الى مراقبة عمل دافعات الهواء. حيث يقوم باستلام البيانات المتعلقة بحالة الدافعات من وحدات السيطرة ومن ثم تحليلها وعرض النتائج على الشاشة. وفي حالة وجود خطأ ما تظهر رسالة في الجزء الأسفل من الواجهة لاعطاء التفاصيل. ويمكن الاستعانة بالخيار Operator لغرض توجيه أمر الى وحدة السيطرة المعنية لإصدار أمر الى Actuator لتوسيع فتحة مرور الهواء بغية الحصول على تغيير سريع بدرجة الحرارة. كما يمكن العودة الى الوضع الطبيعي بالاستفادة من الخيار Auto.

ح- الضغط على المفتاح (F1) يؤدي الى تقديم شرح مفصل عن كيفية تشغيل المنظومة وعرض لمجوانب الفنية للمنظومة لتسهيل أعمال الصيانة.

## وحدات السيطرة المصممة

ترتبط الحاسبة الشخصية مع وحدات السيطرة عن طريق القناة التسلسلية RS-232 الموجودة عادة في الحاسبات المتوافقة مع IBM. ولكن هذا النوع من القنوات التسلسلية تستخدم عادة في الاتصالات من نوع Point to point بينما المطلوب اتصال من نوع Multipoint. لذا تم تصميم وبناء دائرة تقوم بالتحويل من النوع الأول الة النوع الثاني وكما مبين في الشكل (١). أن سرعة نقل البيانات المختار 110 bit/sec وذلك لأن هذه السرعة كافية من جانب ولغرض الحصول على أبعد مسافة ممكنة وأعلى ممانعة للتشويش من الجانب الأخر. تتولى وحدة السيطرة التحكم بعدد من دافعات الهواء ونقل حالة الدافعة الى المركز. وفيما يلي شرح للكيان المادي والبرمجي لوحدة السيطرة:

### ١- الكيان المادي

يبين الشكل ( ) دائرة الحاسبة المايكروية. ويبين الشكل (٥) دائرة الادخال والإخراج. تتألف وحدة السيطرة من لوح الحاسبة المايكروية بالاضافة الى عدد من ألواح الإدخال والاخراج وذلك لجعل الكلفة الاقتصادية أقل ما يمكن وإعطاء إمكانية مستقبلية للتوسيع. لدى وحدة السيطرة عنوان يحدد من خلال وضع DIP SWITCHES المتصلة مع Port 1 للحاسبة المايكروية. كما نلاحظ أن TX و RX ترتبط مع Line driver chip (75176). ويتصل هذا اللوح مع ألواح الادخال والاخراج باستخدام عدد من Decoders و Data bus بواسطة الرقيقة 74245. ويستخدم LED1 للاشارة الى أن الحاسبة المايكروية تعمل أما LED2 و LED3 للاشارة الى عمل المرسل والمستقبل.

وبخصوص لوح الادخال والاخراج فنلاحظ استخدام الرقيقة 74273 لتحكم بسرعة المرواح وبحالة فتحة Actuator للحصول على تغيير سريع بدرجات الحرارة، ويتم ذلك عن طريق تغيير حالة Relay 1 الى Relay 4 و للتعرف على حالة الدافعات فقد تم استخدام الرقيقة 74373 حيث تنتقل حالة الدافعات الى مدخل هذه الرقيقة عن طريق Optocouplers وذلك لتحقيق عزل كامل للوح الادخال والاخراج عن

الدافعة. LED1 الى LED4 تستخدم لايضاح خطوات تنفيذ تشغيل الدافعة. LED5 الى LED9 تستخدم لايضاح حالة دافعة الهواء. وللحصول على درجة الحرارة لهواء الدافعة تم تصميم قناة كمية لهذا الغرض واستخدمت الرقيقة AD573 لتحويل القيم الكمية الى رقمية.

ب- الكيان البرامجي

روعي في تصميم الكيان البرامجي الاستفادة من كافة الامكانيات التي يمنحها Instruction set للحاسبة الميكروية 8751 بغية الحصول على برامج بكفاءة عالية. وفي عملية التصميم، تم تجزئة الكيان البرامجي الى عدد من الكيانات التي تمتلك أعلى ما يمكن من الاستقلال عن بعضها لتحقيق الهدف المتمثل بامكانية التوسيع المستقبلي للمنظومة بسهولة.

تتولى برامجيات الحاسبة الشخصية قيادة المنظومة حيث ترسل الأوامر الى كافة وحدات المسيطرة. يحتوي الأمر على عنوان الوحدة الموجه أليها. فاذا كانت الوحدة المعنية في حالة عمل فانها تستجيب بتعريف نفسها الى القيادة، عكس ذلك تعتبر الوحدة عاطلة او متوقفة عن العمل. بعدها تبدأ الوحدة المعنية تنفيذ الأمر وارسال المعلومات الى القيادة ان تطلب الأمر ذلك. وتقوم وحدة المسيطرة بما يلي:

- إنهاض المنظومة عندما يتطلب الأمر ذلك.
- مراقبة دافعات الهواء وايلاغ القيادة عند حصول عطل وإرسال معلومات عنه.
- مراقبة درجة حرارة هواء الدافعة وارسال قيمتها الى القيادة.
- التحكم بفتحة Actuator لاجراء تغيير سريع بدرجة الحرارة.
- برامجيات متعلقة بصيانة الوحدة.

الاستنتاجات والعمل المستقبلي

في هذا البحث تم تصميم وبناء منظومة تتألف من مجموعة من المسيطرات الموزعة على مساحة واسعة واعتمد على حاسبة شخصية متوافقة مع IBM لادارة هذه المنظومة. وتمت الاستفادة من القناة التسلسلية RS-232 للاتصال بين الحاسبة الشخصية والمسيطرات. ان ذلك يوفر ميزة إمكانية استخدام أية حاسبة متوفرة لملائمة تصميمها المعماري مع هذا النمط من التطبيقات. ساعدت المنظومة المصممة على التخفيف كثيرا من الجهد اللازم لتشغيل ومراقبة الدافعات وقللت من الزمن اللازم لاكتشاف العطلات وسرعة الاصلاح.

بالرغم مما تقدم فان هناك الكثير الذي يمكن عمله مستقبلا الا أنه يمكن ان يجري التركيز للتطوير بالاتجاهات التالية:

- تطوير برامجيات إدارة المنظومة لتعمل تحت نظام التشغيل Windows بدلا من MSDOS. الأمر الذي سيجعل التفاعل بين الحاسبة والمشغل أكثر عمقا وتأثيرا.
- ان السرعة الحالية لتناقل البيانات 110 bit/sec وبالرغم من كونها تفي بالغرض حاليا الا أنه يمكن زيادة هذه السرعة لتوسيع مدى التطبيقات.
- تحسين مستوى الأداء للقناة الكمية والرقمية وذلك باتجاه استخدام دوائر مجمعة متخصصة لعمليات جمع البيانات الأمر الذي سيؤدي الى

تقليص الكيان المادي وتقليل الكلفة الاقتصادية و تحقيق إمكانية استخدامه في مدى وسع من التطبيقات الصناعية.

المصادر

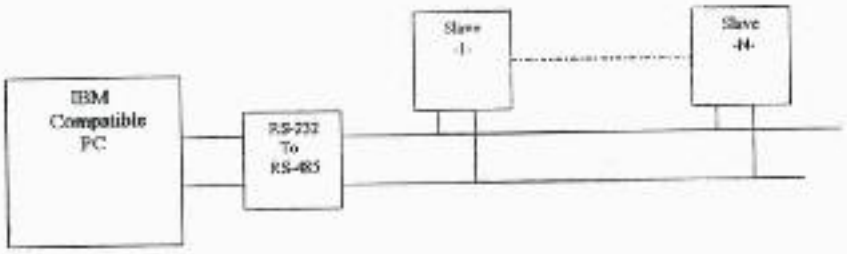
Otter, J.D; Programmable Logic Controllers. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.

Pappas, C.H., Murray, W.H.; The Visual C++ Handbook, McGraw Hill reprint 1997.

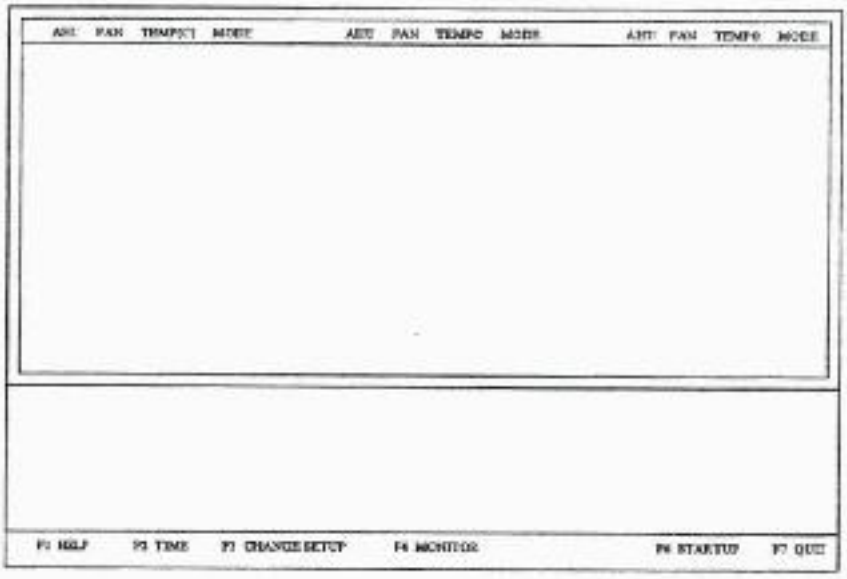
Kenigham, B.W.; The C Programming Language, Prentice-Hall of India, New Delhi 1995.

Thorne, M.; Programming the 8086/8088 for the IBM PC and Compatibles, The Benjamin / Gummings Pub- lishing Company Inc.

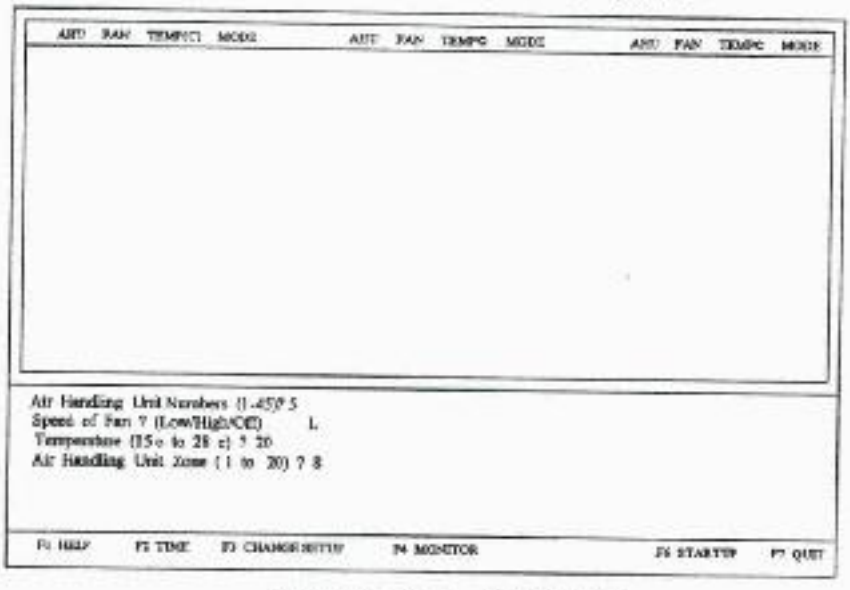
Costanzo, M.; Programmable Logic Controllers, Arnold, 1997.



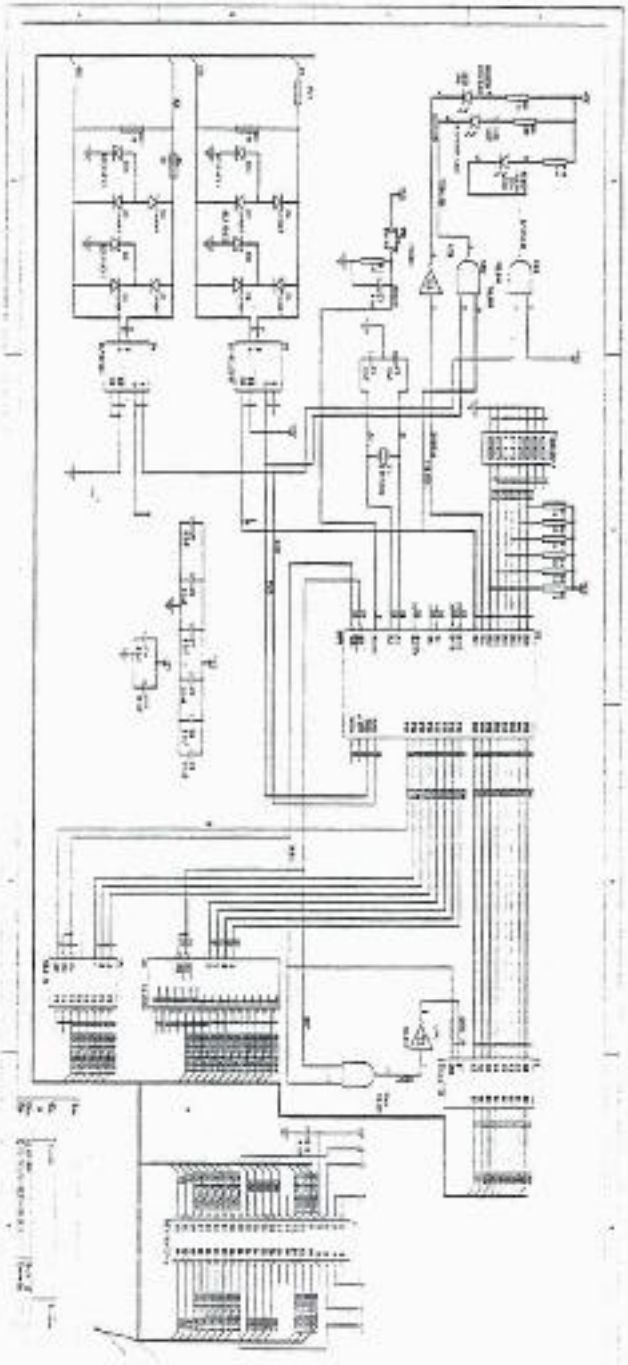

شكل (١): مخطط لمنظومة التحكم المصممة.



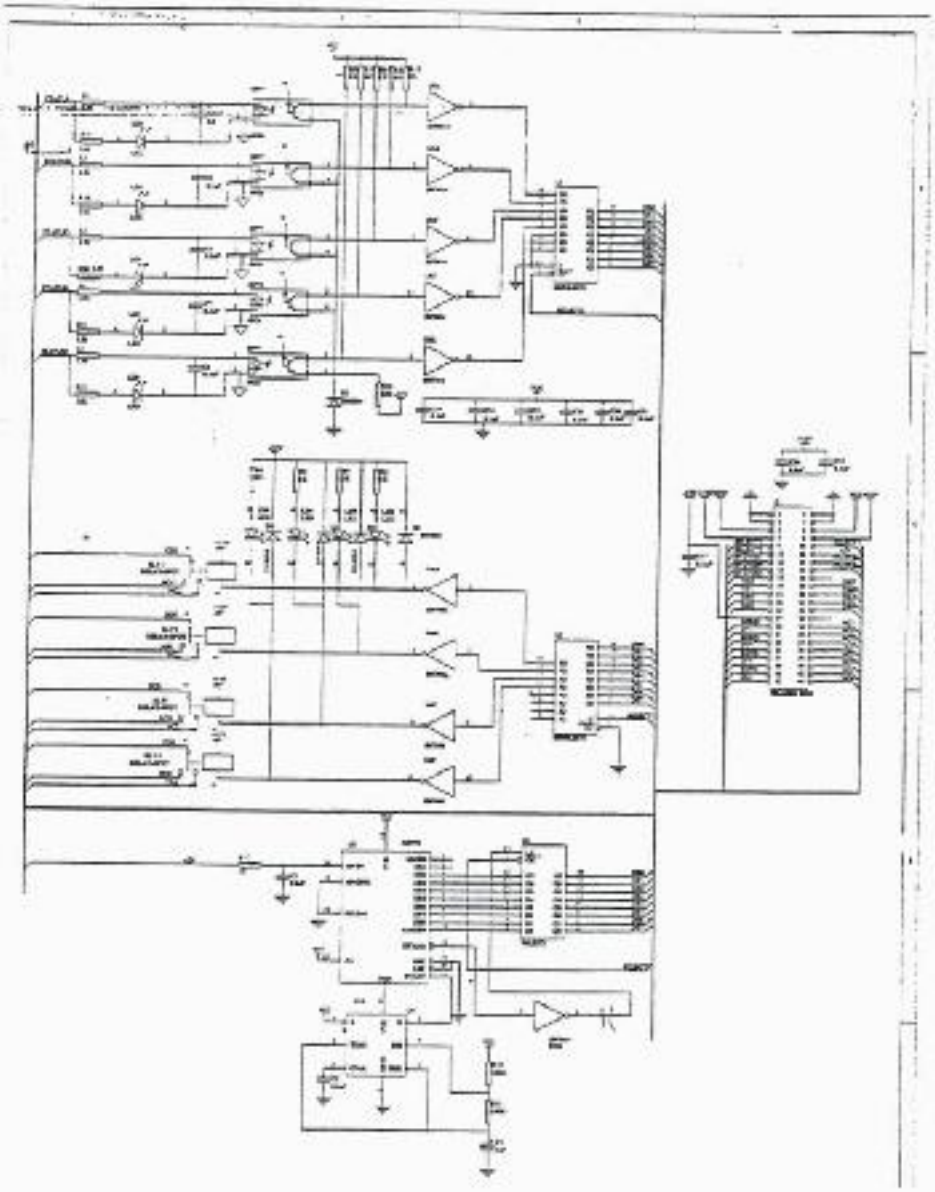

شكل رقم (٢): الواجهة الرئيسية لبرامجيات إدارة المنظومة.




شكل رقم (٣): واجهة غيار Setup.



شكل رقم (٤): الحاسبة المايكروية



شكل رقم (٥): دائرة الإدخال والإخراج.

# الارتباط بطريق المعلومات فائق السرعة

د. جبير جوامير الحديثي
عميد معهد الدراسات العليا للحاسوب والمعلوماتية

**الخلاصة**

*تزايد الطلب على وسائط ارتباط سريعة بشكل مستمر وبالحاح خلال عقد التسعينات. شبكات تراسل المعلومات المرتبطة بالطرق فائقة السرعة سواء ذات الاسلاك او بدون اسلاك في تطور مستمر ومتسارع. لكل نوع ايجابياته وقصوره، ففي الوقت الذي تشهد تلفونات خلية طيف التردد الراديوي (RFS) الا انه اصبح مزدحم خاصة في اوقات الزخم. ولا زالت الشبكات بدون اسلاك تستخدم بدلا من الشبكات السلكية. ولكي تكون الشبكات الراديوية حقا تقانة قابلة للتطبيق، يجب ان تكون متينة وقابلة للتطوير ومؤمنة ومفتوحة ومتوفرة في كل وقت وكل مكان.*

## المقدمة

زادت سرعة الوصول (ACCESS) في شبكة الانترنت بشكل ملحوظ في السنتين الاخرتين من هذا العقد. شمل التطور العمود الفقري للانترنت بحيث نستطيع معاملة معدل تراسل بيانات يساوي مليارات البتات في الثانية الواحدة، وبدأ المستخدمون يلاحظون نمو سرعة المعالجة في حواسيبهم بشكل متزايد.

مع ذلك ان عملية "رصف" اخر ميل من طريق المعلومات السريع بين مركز المعالجة الرئيسية والمسكن او المكتب قد تطور بشكل اكثر بطؤا.

ان سرعة تزويل مودم الهاتف والتي تغطي اخر ميل قد زادت من (2.4 Kbps) الى (56 Kbps) خلال عقد التسعينات. بالرغم من ذلك، هذا لا يعني الكفاية بالنسبة للمستخدمين الذين يحتاجون لوصول السريع الى الاوساط المتعددة والى ملفات البيانات الكبيرة.

يجرى الان، تطوير طرق اسرع للوصول الى الانترنت والفضل في ذلك يعود الى الاهتمام المركز للمستخدمين لتطوير تقانة وارتباطية الانترنت.

يؤدي هذا الى النشر التجاري للمودمات التي ترسل بيانات بسرع عالية عبر شبكات قابلو التلفزيون أو عبر خطوط الهاتف التقنية المجهزة بجهاز خط الاشتراك الرقمي غير المتزامن (ADSL).

في المعدل، ان مودمات القابلو تسمح

للمستخدمين بتحميل بياناتهم بحدود (3 Mbps).

١- تقانة مودم القابلو : معدلات سريعة عبر شبكة مشتركة

توفر مودمات القابلو ارتباط مشترك بسرع عالية جدا بين المشتركين بالقابلو ونهاية رأسية تمر بشبكة قابلو محوري كما في الشكل (١). كل موديم قابلوي يحتاج الى واجهة اتصال حاسوبية وواجهة ذبذبة راديوية لاجل الارتباط بشبكة التلفزيون القابلوية. تكون الواجهة الحاسوبية بوابة أثيرية من نوع (10 Base-T) أو (100 Base-T)، ولكن المجهزين يخططون لدعم ناقل تتابعي عالي السرعة من نوع (WIRE IEEE 1394 FIRE) وكذلك الناقل التتابعي العالي القياسي في القريب العاجل.

يحمل كل سيل من البيانات الى صندوق قابلو ضمن قناة ذبذبة راديوية سرعتها (6 MHz) تستخدم عادة لحمل اشارات تلفزيونية. بامكان كل قناة ان توفر معدل بث يصل الى (48 Mbps)، ولكن تقليديا تبث بيانات بسرعة (27 Mbps) لان بعض السعات الموجية تستخدم لتصحيح الاخطاء ووظائف الاشارة.

تحمل كل "قناة سيل" ضمن اشارات ذبذبة راديوية سرعتها تتراوح بين (200 KHz) و (3.2 MHz) وتسند معدل بث بيانات بين (320 Kbps) و (10 Mbps).

لان مودمات القابلو تمتلك عرض موجي كلي اكبر من مودم الـ (ADSL)، فانها تمتلك الامكانية لان تكون اسرع. بالرغم من ذلك، فان العرض الموجي لمودمات القابلو تكون مشتركة بين كل الزبائن على جزء معين من قابلو التلفزيون. لذلك، فان سرعة مودمات القابلو للمستخدم الواحد تعتمد على (وقد تكون ايضا محددة ب) عدد الاشخاص الذين يستخدمون نفس الجزء من القابلو للوصول الى البيانات في ان واحد.

ولكن شبكة القابلو مشتركة وان الحزم البيانية يمكن بثها مرة واحدة على الشبكة لعدد من المستخدمين، فان مودمات القابلو قد تجعل من السهولة نشر خدمات متعددة الانماط مثل الفديو الرقمي. مع ذلك، فان هذه الشبكة المشتركة تفرض ايضا تهديدا أمنيا امني للمستخدمين، ما دامت كل حزمة بيانية تمر عبر كل مودم على جزء القابلو المشترك. يحاول مجهزي المودمات ومكاتب خدمتها معالجة هذا الامر من خلال اسناد جفرة (DES) لاغراض البث.

ترتبط مودمات القابلو بشكل دائم بالعمود الفقري للقابلو عند تشغيلها وذلك لانها تستخدم معمارية التوجه الحزمي التي تسمح للمستخدمين من مضاعفة الوجبات المضاعفة على رابط عادي منفرد. تستخدم معمارية الدارة المحولة مع مودمات الهاتف التقليدية لتسمح لدارة واحدة فقط ان تنفتح في الوقت الواحد.

٢- تقانة خط الاشتراك الرقمي غير المتزامن (ADSL) ذات سرع سريان عالية

تقليديا، تبث مودمات (ADSL) البيانات بسرعة سريان انحدار (Down stream) بيانات تتراوح بين (١,٥) و (٩) Mbps وسرعة سريان صعود

upstream بيانات بين (١٦) و (٦٤٠) Kbps.

يعزى سبب سرعة الـ (ADSL) لكونها تستخدم جزء اكبر من الحزمة الموجية الراديوية لغرض الاتصالات مقارنة بالمودمات التقليدية.

تعمل ADSL على مدى يصل الى ١٨,٠٠٠ قدم فقط. قد يمثل هذا مشكلة بالنسبة الى شبكات الهاتف التي يستخدمها مستخدمون يبعدون اكثر من ١٨,٠٠٠ قدم من تجهيزات شركة الهاتف.

تتعامل مودمات الـ (ADSL) مع بيانات واشارات هاتفية بذبذبات مختلفة، بحيث تستطيع المودمات ادامة ارتباط بالانترنت حتى عندما تكون خطوط الهاتف مستخدمة لنقل الصوت كما في الشكل رقم (٢).

تستخدم مودمات (ADSL) تقانة النبرة المضاعفة المتقطعة والتي تقطع طيف الذبذبة الراديوية الى مئات الدارات الصغرية تعمل كل منها بشكل متوازي. يسمح هذا التقطيع للمودم ان يدير جلسات مضاعفة في ان واحد بالاضافة الى اضافة او اسقاط عرض موجي لتطبيق ما حسب الحاجة.

يقسم مودم الـ (ADSL) العرض الموجي باستخدام اسلوب مضاعفة تقسيم الذبذبة (FDM) او اسلوب الغاء الصدى لكي يتمكن من الارسال والاستلام في ان واحد. يخصص الـ (FDM) موجة ذبذبة راديوية واحدة لكل سيل بيانات اتجاه اتجاه واخر لكل سيل بيانات تصاعدي. يستخدم المودم بعد ذلك "تقسيم الزمن لمضاعف" لتقسيم الموجات الى قنوات مضاعفة لحمل انوع مختلفة من البيانات في ان واحد.

تستخدم النظم القائمة على حذف الصدى نفس العرض الموجي لاشارات السيل التصاعدي وتقوم بحذف الاشارات العرضية الدخيلة من صدى البث وهذا يجعل المودمات قادرة على استخدام حزمتها الموجية المتوفرة للارسال والاستلام على نفس الذبذبة.

باستخدام كلا التقنيتين، يجب على المستخدم ان يحمل مقسم ذي 4KHz لفصل الاتصالات الصوتية عن بيانات الـ (ADSL) وحذف التداخل بين الاثنين.

ترشح المقسمات التداخلات المتسببة من الاشارات الكهربائية الصادرة من اجهزة مثل مخفتات الاضاءة ولمكانس الكهربائية والتي تؤثر على البث الهاتفي.

تمتلك الـ (ADSL) على عدد من المواصفات الجيدة تتميز بها على مودمات الكابلو: مثلا، ترسل مودمات الـ ADSL حزم بيانية ثابتة العدد ضمن اطار زمني محدد، وتسمح بخدمات ممتازة النوعية لاتصالات الزمن الحقيقي. ترسل مودمات الكابلو البيانات كلما تتوفر حزمة موجية لنقلها.

بالاضافة الى ذلك، ولكون خطوط الحزمة الموجية للـ (ADSL) غير مشتركة، فان المستخدمين يستلمون دائما نفس سرع البث العالية وهناك مخاطر امنية اقل ايضا.

## ٣- تقانة ADSL الفائقة (UADSL)

هذه التقانة الشقيقة من (ADSL) وذات متغير منخفض السرعة قد تم ايجاد امثليتها لتسهيل نشر وخفض كلف المستخدمين ضمن الرقعة الجغرافية كما في الشكل رقم (٣).

تستطيع الـ (UADSL) توليف بيانات على نفس الحزمة الموجية ذات الذبذبة الراديوية، اقل من الـ ADSL. مع هذه الحجوم الاقل، هناك تداخل اقل بين البيانات والاشارات الهاتفية وبامكان المنظومة تقبل التداخلات الى مستويات مقبولة دون الحاجة الى مقسمات.

يخلص هذا الاسلوب من كلفة النشر ويلغي الحاجة الى ارسال شخص فني لنصب الـ (UADSL). مع ذلك، فان الـ (UADSL) ابطأ من الـ (ADSL) الاعتيادي. اضافة الى ذلك فان الـ (UADSL) يعاني من قصورين اخرين مقارنة بالـ (ADSL):

**الاول:** يغير استخدام الهاتف احياناً من مواصفات اشارات مودم الـ UADSL وهذا قد يسبب مشاكل تداخلات وتشويش.

**الثاني:** احياناً تتداخل مودمات الـ UADSL مع الاشارات الهاتفية.

## ٤- التحليل والاستنتاج

١- استخدام تقانة ADSL وتقانة موديم القابلو لازال محدوداً بسبب حداثة هاتين التقانتين ووجود بعض القصور في ادائهما.

٢- كلفة خدمات ADSL تتراوح بين 40$ و 80$ في الشهر اعتماداً على سرعة البث التي توفرها وكلفة خدمات مودم القابلو 40$ في الشهر وهذه الكلف تعادل كلف المودم الكمي الحالي مع خط هاتفي المستخدمة الان.

٣- التقانات عالية السرعة ستنتشر بسرعة خاصة ان كلف تصنيعها في انخفاض مستمر والمستخدمين بدؤا البحث عن التقانات ذات السرع للاتصالات بالانترنت.

٤- تقانة ADSL تمتاز على التقانات الاخرى لسبب بسيط هو ان كافة المستخدمين يتوفر لديهم خط هاتفي.

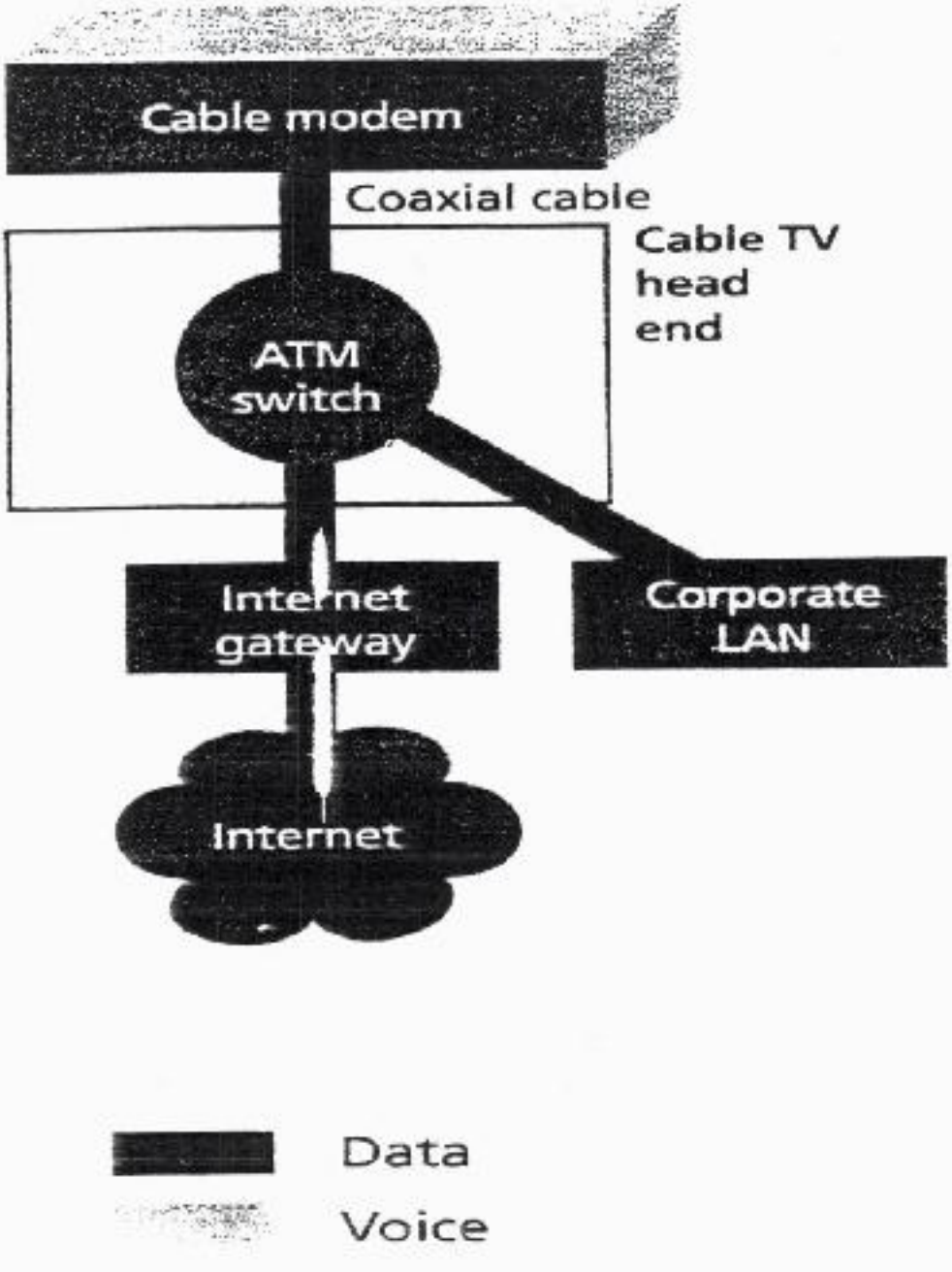
٥- سيكون للتقانتين على المدى المستقبلي القريب، سوقا رائجة لان الـ ADSL التي تعتمد على الخط الهاتفي تستخدم بكثرة في الاعمال وتناقل المعلومات ونشرها في حين ان تقانة مودم القابلو مرغوبة لكونها تستخدم بالدرجة الرئيسية للاغراض الترفيهية.

## Reference

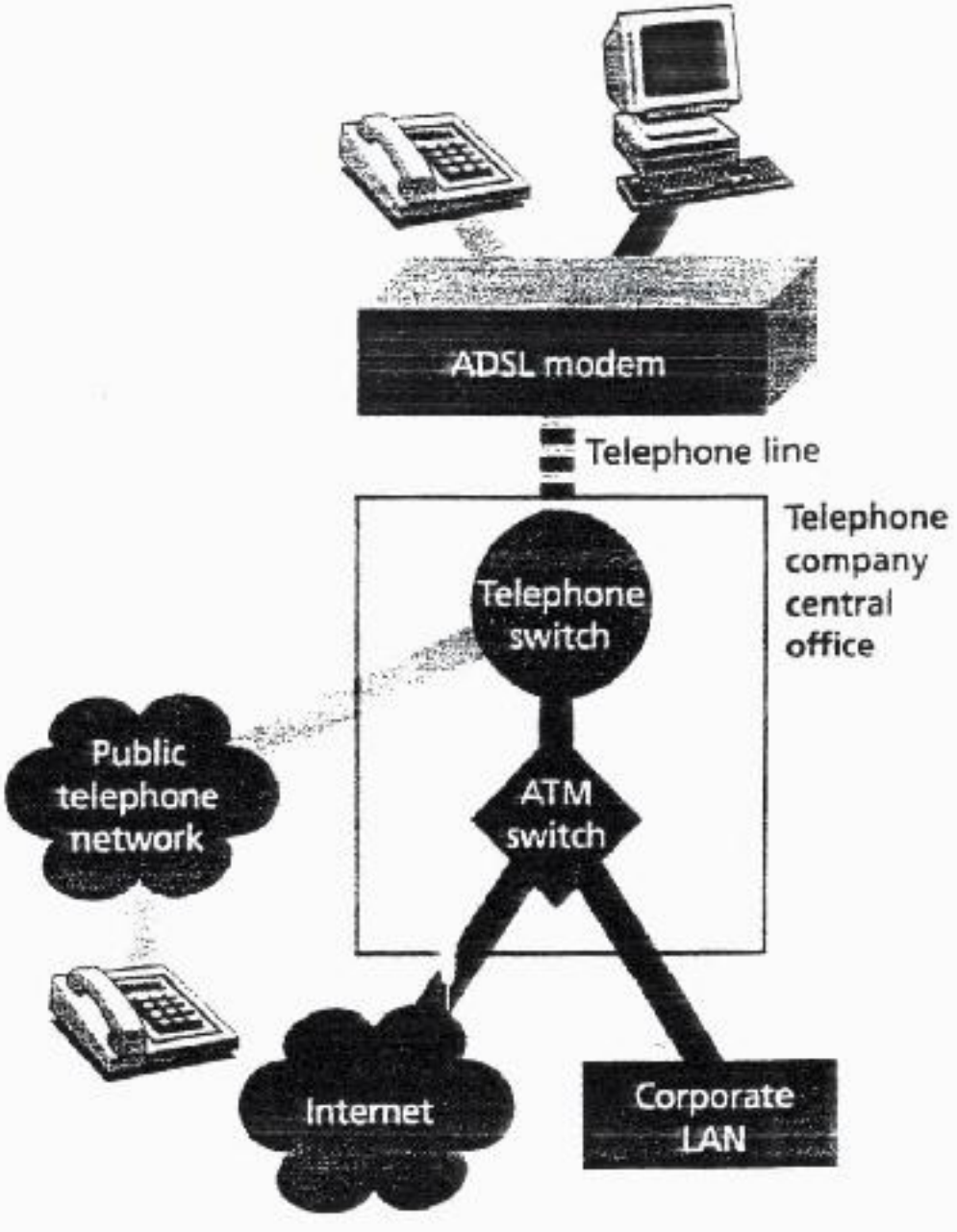

1- Lawton, G., "Paving the Information Superhighway's Last Mile", IEEE Computer Magazine, vol.31, #4, 1998.

2- Benda, M., "Shaping the Nternet: The Dynamics", IEEE INTERNET COMPUTING MAGAZINE, VOL.2, #1, 1998.

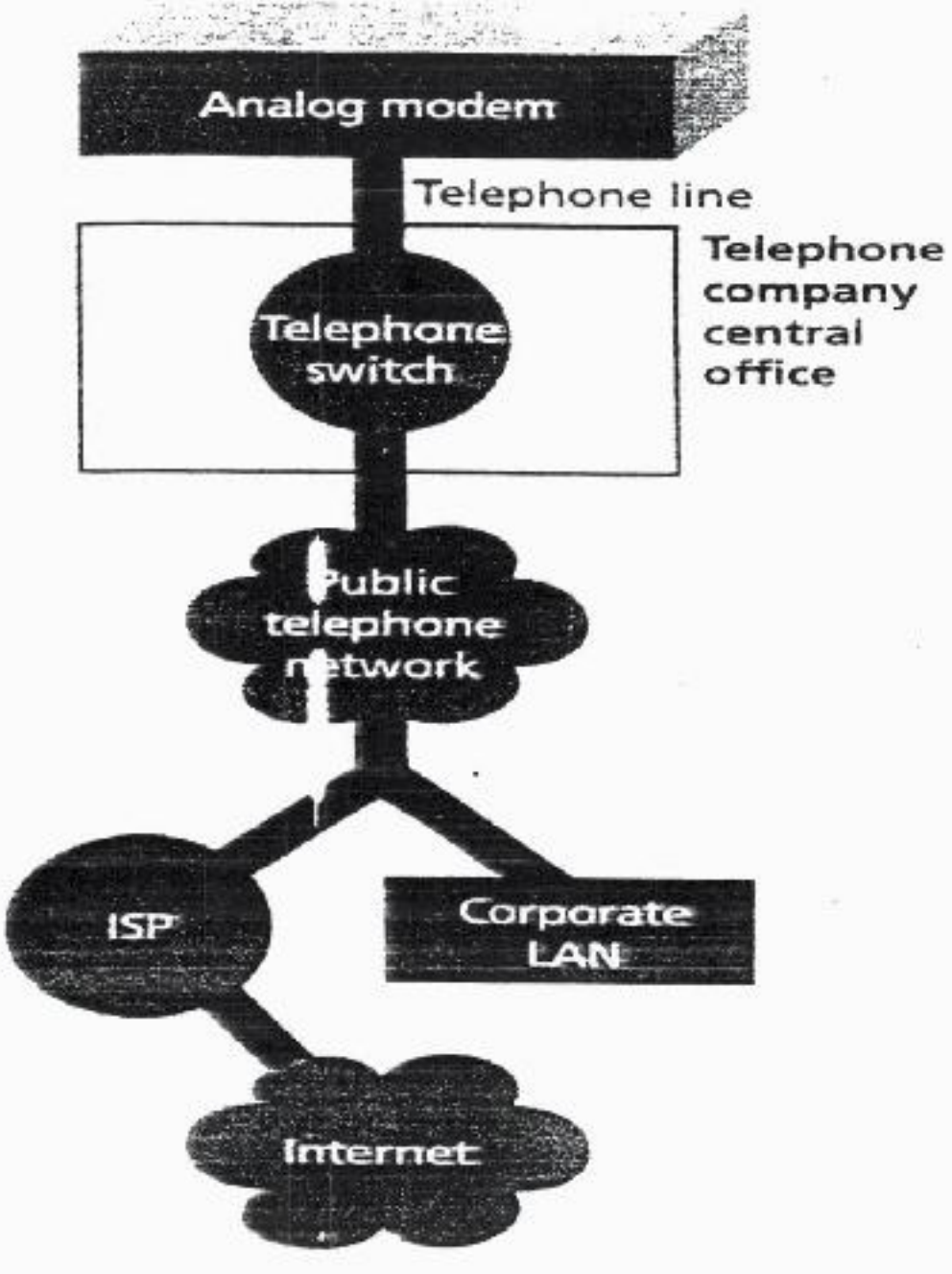
3- Lewis, T., "Who Owns the Internet?", IEEE INTERNET COMPUTING MAGAZINE, VOL.2, #1, 1998.


Cable modem
Coaxial cable
Cable TV
head
end
ATM
switch
Internet
gateway
Corporate
LAN
Internet
Data
Voice

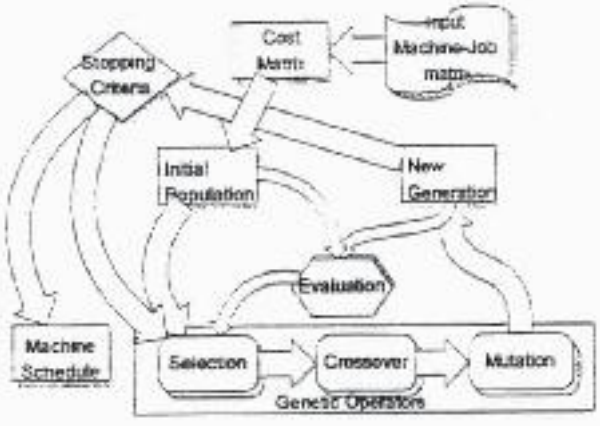
الشكل رقم (١)


ADSL modem
Telephone line
Telephone company central office
Telephone switch
ATM switch
Public telephone network
Internet
Corporate LAN

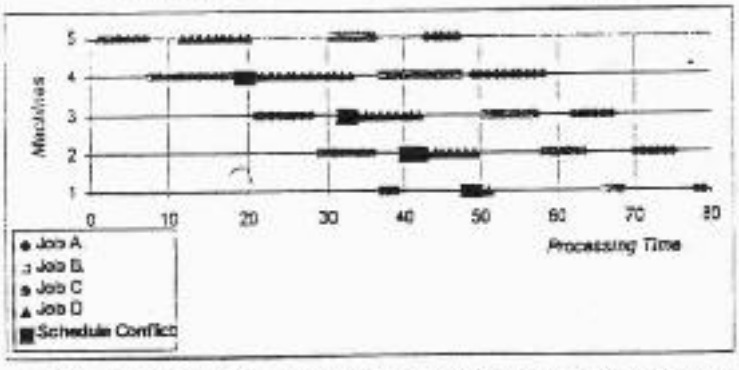
الشكل رقم (٢)


Analog modem
Telephone line
Telephone company central office
Telephone switch
Public telephone network
ISP
Corporate LAN
Internet

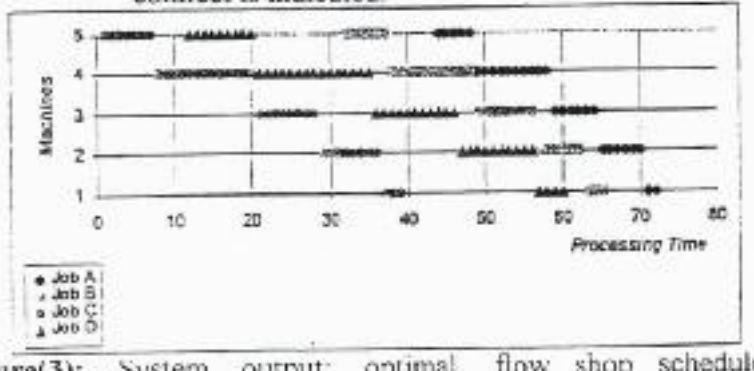
الشكل رقم (٣)




**Figure(1):** Genetic Algorithm flow shop system.




**Figure(2):** Optimal job sequencing obtained from table (6). Schedule conflect is indicated.




**Figure(3):** System output; optimal flow shop schedule, No intermediate storage.

Table (4): Distance matrixof the FSNIS problem of table (3).

| | Ja | Jb | Jc | Jd |
|---|---|---|---|---|
| Ja | 0 | 9 | 8 | 6 |
| Jb | 12 | 0 | 10 | 8 |
| Jc | 15 | 14 | 0 | 11 |
| Jd | 22 | 18 | 17 | 0 |

Table (5): Cost matrixof the FSNIS problem of table (3).

| | Ja | Jb | Jc | Jd |
|---|---|---|---|---|
| Ja | 0 | 4 | 3 | 1 |
| Jb | 6 | 0 | 4 | 2 |
| Jc | 8 | 7 | 0 | 4 |
| Jd | 13 | 9 | 8 | 0 |

Table (6): First Genetic algorithm Generation using OX, PMX, and CX crossover operators; six candidate solutions.

| OX Operator | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Schedule | d | f | F | C |
| bdca | 18 | 10 | 0.25 | 3 |
| cdba | 19 | 9 | 0.22 | 3 |
| dbca | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| bcda | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| dcba | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| abcd | 28 | 0 | 0.00 | 1 |
| PMX Operator | | | | |
| Schedule | d | f | F | C |
| bdca | 18 | 10 | 0.25 | 3 |
| cdba | 19 | 9 | 0.22 | 3 |
| dbca | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| bcda | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| dcba | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| abcd | 28 | 0 | 0.00 | 1 |
| CX Operator | | | | |
| Schedule | d | f | F | C |
| bdca | 18 | 10 | 0.25 | 3 |
| cdba | 19 | 9 | 0.22 | 3 |
| dbca | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| bcda | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| dcba | 21 | 7 | 0.17 | 3 |
| abcd | 28 | 0 | 0.00 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| d | Euclidean distance | F | Roulette wheel probability |
| f | Fitness value | C | Deterministic sampling probability |

Bounding Scheme for the Permutaino Flow Shop Problem", Operations Reserach, vol. 26, No. 1, 1978, pp. 53-67.

4- Panwalkar S.S., and Woollam C.R.; "Flow Shop Scheduling Problems with No In-Process Waiting: A Special Case", Journal of Operation Research Society. vol. 30, No. 7, 1979, pp. 661-664.

5- Adiri I., Amit N.; "Open Shop and Flow Shop Scheduling to Minimize Sum of Completion Times", Comput. and Ops. vol. 11, No. 3, 1984, pp. 275-284.

6- Al-Rawi H., and Fehran B., "A Genetic Algorithm Approach for Solving the Traveling Salesman Problem", Proceeding of CATAEE'99, Amman, Jordan, 1999.

7- Matthews R.A.J.; "The Use of Genetic Algorithms in Cryptanalysis", Cryptologia, Volume XVII Number 2, April 1993, pp. 187-201.

8- Grant K.; "An Introduction to Genetic Algorithms", C/ C++ Users Journal-March, 1995, pp. 45-57.

9- Goldberg D.E.; "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learing", Addison Wesley, 1989.

10- Grefenstette J.J.; "Optimization of Control parameters for Genetic Algorithms", in "Genetic Algorithm" Ed. Buckles B.P. and Petry F.E., IEEE Computer Society Press, pp. 5-11, 1992.

**Table (1):** The TSP distance matrix for FSNIS problem.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | $D_{12}$ | $D_{13}$ | ... | $D_{1n}$ |
| $D_{21}$ | 0 | $D_{23}$ | | $D_{2n}$ |
| $D_{31}$ | $D_{32}$ | 0 | ... | $D_{3n}$ |
| ... | | | | |
| $D_{n1}$ | $D_{n2}$ | $D_{n3}$ | ... | 0 |

**Table (2):** The cost matrix of table (1).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | $D'_{12}$ | $D'_{13}$ | ... | $D'_{1n}$ |
| $D'_{21}$ | 0 | $D'_{23}$ | | $D'_{2n}$ |
| $D'_{31}$ | $D'_{32}$ | 0 | ... | $D'_{3n}$ |
| ... | | | | |
| $D'_{n1}$ | $D'_{n2}$ | $D'_{n3}$ | ... | 0 |

**Table (3):** System input; processing time matrix.

| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ja | 5 | 10 | 6 | 6 | 2 |
| Jb | 6 | 11 | 8 | 6 | 3 |
| Jc | 7 | 13 | 8 | 8 | 3 |
| Jd | 9 | 15 | 11 | 10 | 4 |

This machine suffers from schedule overlaps between job C and job D. This overlap caused schedule conflict in the remaining machines schedules, as can be seen from figure.

Applying the schedule adjustment algorithm permits the use of the same job sequence of the fittest solution obtained. Figure (3) shows the optimal flow shop schedule obtained with no intermediate storage.

## 5- Conclusion

A new approach for solving flow ship problem using genetic algorithm was presented. A Genetic algorithm Flow Shop (GFS) scheduler system was implemented.

The system consists of, (1) a stage for formulating the problem as a TSP problem, calculate a distance and a cost matrix for the given problem, (2) a stage for generating randomly a population of machine sequences, (3) a genetic algorithm subsystem consisting of (basket) selection, (OX, PMX, and CX) crossover and (swap) mutation operations with a guided search based on a fitness function reported earlier, and (4) a stage for detecting and adjusting any schedule conflicts due to the critical path schedule overlaps. System output is a job-machine processing schedule as that of figure (3).

System performance showed that genetic algorithm is fast in converging toward an optimal solution for such NP-complete problem. The stopping criteria considered in the system is either a three time solution repetition in successive generations or when no improvement in the solution obtained in successive generations is found. The effect of selecting any of the special crossover operators is very minor in small scale problems such as the one reported in this paper. Authors are working on extending the proposed/ implemented method for solving other machine scheduling problem.

## Reference

1- Phillips D.T., Ravindran A., and Solberg J.J.; "Operations Research: Principles and Practic", John Wiely, 1976.

2- Gonzalez T., and Sahni S.; "Flow Shop and Job Shop Schedules: Complexity and Approximation", Operations Research, vol. 26, No. 1, 1978, pp. 36-52.

3- Lageweg B.J., Lenstra J.K., and Rinnooy Kan A.H.G.; "A General

time value from the end of previous job operation, and in case it is negative then the delay time of current and next jobs is increased by the difference value as shown in algorithm (1). The schedule adjusting algorithm keeps the same optimal job sequencing obtained, deals with the critical path schedule by advancing or delaying the specified job schedule by the difference value calculated, and find out the optimal-non conflicting-job-machine schedule based on the optimal job sequencing obtained.

## 4- Experimental Results

Table (3) gives the processing time of a four job/ five machine flow shop problem. It is requires do find out the optimal sequencing (schedule) of these jobs on each of the five machines so that to minimize the total processing time on each machine provided that the job continues processed on the machines in that sequence with no wait. In other words if job i (a, b, ...c) is processed on machine j (1, 2, ...5) then when the processing on that machine ends the successive machine has to be ready to start processing job i directly after coming out of machine j. Table (3) shows an imbalance machine workload.

After entering the data of table (3) to the GFS system the system starts formulating the problem as a TSP problem. Table (4) and table (5) give the distance and cost matrices calculated by the system. Table (6) shows the results obtained in just a single generation using a population size of 6, 0.1 mutation rate and the three considered types of crossover operators. The system using OX, PMX, and CX crossover operations converged toward the solution within just single generation. The results using each of the crossover operations are identical. The total Euclidean distance of each schedule and the relative fitness among the population members are also given. The result obtained from this stage represents the optimal job sequencing on each machine.

Figure (2) shows a plot of the sequence as a schedule of the four jobs on the five machines according to the fittest (sequence) solution obtained from table (6). No conflict in Machine Number five job schedule. The critical path can be seen on machine number 4.

```
else
time = time + difference
endif
start operation[job][machine]
at time
time time + P[job][machine]
endfor
endfor
end
```

### 3-5 Critical Path Adjustment

It was found from the different flow shop problems solved by the system may have some problems in the critical path. An overlap in processing times was obtained in certain cases. The GFS system ends with a population of candidate solutions for the optimal job sequencing. Generally the solution with the higher fitness is selected and the job-machine schedule is worked out according to that sequence. If a processing time overlap problem found in the critical path then it is suggested to select the second candidate (sequence) solution. An algorithm for detecting any such overlap problem and adjust that problem by selecting the second fittest solution can developed. Obviously, selecting the second candidate solution means accepting the solution which is not the best in terms of distance, cost or processing time.

It worth to mention that even the second candidate solution may not necessarily overcome the overlapping problem. Once the second candidate solution is less fit then the total cost is higher than the first fittest solution, and accordingly there may not be any problem in the critical path, but that is not guaranteed.

However, it was found that even with the first candidate solution it is possible to solve this overlapping problem. An algorithm was developed to detect such overlaps and then determines the difference time between the starting of job operation and the end of previous job operation by applying the following equation

$$\text{difference} = D_{ij} - P_{ij} \qquad ...(4)$$

where $D_{ij}$ represents the delay in starting of job j (measured from the start of job i), and $P_{ij}$ denotes the processing time of job i on machine j.

The schedule adjusting algorithm checks difference value, in case it is positive then the job operation starts execution after the difference

calculated relatively within each generation.

### 3-3 Crossover and Mutation Operation

Problems such as those involving the optimization of a certain order of parameters, are naturally coded permutation organisms such as (i, b, g, ..., e). The use of crossover and mutation operators on these is more subtle, such as (i, b, g, ... b). Therefore such problems involve special crossover and mutation operators. Two point crossover operator would have to be modified to work with such problems. Exchanging parts of two solutions will usually result an invalid solution.

Three types of special crossover operators reported for permutation problems are selected to be examined and used in the GFS system. These are: order crossover (OX), partially matched crossover (PMX), and cycle crossover (CX). One child from a pair of parents is considered[6].

Arbitrarily changing single allele value would not preserve allele uniqueness. The mutation method used in GFS system is the swap mutation; that is to interchange two randomly selected position, thus preserving allele uniqueness.

### 3-4 Replacement

The weak parents replacement is implemented in the GFS system. In this method both parents and children are combined together and a number (equal to the population size) of the fittest individuals is selected to represent the new generation.

**Algorithm (1):** Adjusting critical path schedule.

```
begin
  input data: distance matrix
"D"; input processing time
matrix "P"
  time = 1; job = 1
  for machine = 1 to m
  start operation[job][machine]
  at time
  time = time + P[job][machine]
endfor
for job = 2 to n
  for machine = 1 to m
  time = time [job-1][machine]
  difference = D[job] [machine]-
  P[job][machine]
  if (difference < 0) {
  D[job][machine]=
  D[job][machine]-difference
  D[job+1][machine]=
  D[job][machine]-difference
  time = time - difference
```

previous sequence generation. As shown in figure 1 a current generation being acted upon by the three operators to produce the successive generation.

### 3-1 Problem Formulation and Fitness Function

The n job FSNIS problem can be formulated as an (n+1) city traveling salesman problem. There are several ways of representing the equivalent distance matrix for the TSP. Bakers' matrix[4] is one of these, and it is shown in table (1). In the distance matrix, $D_{ik}$ represents the delay in starting of job k (measured from the start of job i) and the total value of any tour represents the makespan for the corresponding sequence. Using the following equation[4] to compute $D_{ik}$.

$$D_{ik} = P_{i1} + \max\left(0, P_{i2} - P_{k1}, P_{i2} + P_{i3} - P_{k1} - P_{k2}, \ldots, \sum_{j=2}^{m} P_{ij} - \sum_{j=1}^{m-1} P_{kj}\right) \quad \ldots(1)$$

where $P_{ij}$ denotes the processing time of job i (i = 1, ..., n) on machine j (j = 1, ..., m).

Subtracting $P_{i1}$ from each row i ($\leq$ n) in table (1) reduces the matrix of table (1) to table (2) as in the following equation

$$D_{ik} = D_{ik} - P_{i1} \quad \ldots(2)$$

The reduced matrix applies to any FSNIS as well as any open flow shop no intermediate storage (OFSNIS) problem.

The fitness function used here computed by using the following equation and the cost matrix

$$f_i = d_{max} - d_i + d_{last} - d_{first} \quad \ldots(3)$$

where last and first are related to schedule i.

### 3-2 Selection Operation

The selection operator chooses two members of the present generation to participate in the later operations; crossover and mutation. there are two popular approaches for implementing selection. The first is the roulette selection, and the second is the deterministic sampling. System performance using each of the above two selection methods was poor. Convergence (measured in time units or number of generations) is found slow. The basket selection method suggested in [6] is adopted. The newly developed method is a modified combination of the above two methods. The fitness, is

randomly with a low probability.

## 2-2 The Differences Between Genetic and Conventional Algorithm

GAs differentiate from conventional algorithms in the following points[9]:

- GAs work with parameters coding. To solve the problem with GAs, the first step is to code the parameter as a finite length string, while traditional algorithms work on the parameters themselves.
- GAs search from a population of points simultaneously. The probability of finding a false peak is reduced because of climbing many peaks in parallel, while traditional algorithms move from a single point in the search space to the next using some transition rule to determine the next point which may located false peak in multimodal spaces.
- GAs use objective function values associated with individual strings, not derivatives or other auxiliary knowledge but traditional methods need derivatives like in gradient techniques to climb the current peck, and require auxiliary knowledge like in greedy techniques to access to most if not all tabular parameters.
- GAs use probabilistic transition rules. GAs use random choice to guide a search toward improved regions of search while traditional algorithms use deterministic rules.

## 3- Genetic Algorithm Flow Shop System

The developed Genetic algorithm Flow Shop (GFS) system consists of the stages shown in figure 1. The machine sequencing problem is represented in the early stages of the system as strings or organisms. Each organism may represent a sequence of the alphabet indicating machine sequencing. The following subsections describe the different stages of the system. System input is a matrix representing the processing time of each job on each machine.

An initial tours population is randomly generated and successive sequence populations called generations are derived by applying the selection, crossover and mutation operators to the

reported genetic algorithm system[6] for solving the traveling salesman problem (TSP).

## 2- Genetic Algorithm

The so-called Genetic Algorithms (GAs) are new algorithms than can attack difficult (NP-Complete) computation problems such as TSP[6,7]. These algorithms developed by John Holland at the University of Michigan in the mid-1970s. As the name implies, it is an iterative procedure based on various biological principles. GA encodes information into strings just as living organisms encode characteristics into strands of DNA[8]. A string in GA is analogous to a chromosome in biology. chromosomes are composed of genes which take some values called alleles, strings are composed of features which may take different values, one or more chromosomes are combined to form genotype, combined strings are called a structure.

In natural systems, the organisms formed by interaction of the genotype with its environment is called phenotype, in artificial genetic, the structures decode to form a parameter set. As with biological parameters, two strings combine and contribute part of their characteristics to create their child. This child joins the pool and fight to produce the next generation[9].

### 2-1 Genetic Algorithm Cycle

A GA is one of search algorithms that use probability to guide their search with no constraints within the search space (like the existence of derivatives)[10], its components are[7]:

- An initial population of random chromosomes, coded in a relevant form.
- An objective function to measure the near of each chromosomes to the solution of the problem.
- A selection operation to select chromosomes based on their objective function values, the better ones are with high probability of contributing one or more offspring.
- A crossover operation which takes pair of selected chromosomes and randomly combines elements of each to produce offspring.
- A mutation operation which changes offspring alleles

jobs $J_1,...,J_n$ has to be processed on m machines $M_1, ... M_m$ in that order. Job $J_i$, i = 1, ..., n, thus consists of a sequence of m operations $O_{i1}, ... O_{im}$. $O_{ik}$ correspond to the processing of $J_i$ on $M_k$ during an uninterrupted processing time $P_{ik}$. $M_k$, K = 1, ..., m can handle at most one job at a time. It is to find a processing order on each $M_k$ such that the time required to complete all jobs is minimized.

Flow shop problem can be classified into two categories depending on the availability (or the requirement) of intermediate storage. These categories are; the FSNIS (Flow Shop, No Intermediate Storage) and the FSIIS (Flow Shop, Infinite intermediate Storage). The former is more complicated due to the additional constraint of the storage availability. The FSNIS is the concern of this paper.

Many researchers worked on the flow shop problem as an NP-problem. Teofilo Gonzalez, and Sartaj Sahni[2] tried to find minimum finish time preemptive and non preemptive schedules for flow shops. Bounds on the performance of various heuristics to generate reasonably good schedules were considered. B.J. Lageweg, J.K. Lenstra, and A.H.G. Rinnooy Kan[3] reported that, branch-and-bound methods are commonly used to find a permutation schedule that minimizes maximum completion time in an m-machine flow shop. They described a classification scheme for lower bounds.

The objective of S.S. panwalkar, and C.R. Woollam[4] work was to minimize makespan for a special case of flow shop problems subject to the constraint at no-in process waiting is allowed. I. Adii, and N. Amit[5] dealt with special cases of permutation flow shop scheduling where the objective function was minimum sum of completion times. They presented O ($m^n$) algorithms for open shop scheduling where all operations have equal processing times.

This work presents a solution to the flow shop problem with no intermediate storage (FSNIS) based on genetic algorithm. A Genetic algorithm Flow Shop (GFS) scheduler system is presented. The system deals with the problem of FSNIS as a traveling salesman problem. The presented GFS system is an extension to a previously

# A Genetic Algorithm Approach for Solving Flow Shop Problem

Prof. Dr. R.S. Naoum
Department of Computer Science
University of Baghdad

Dr. Hisham Al-Rawi
Department of Computer
and S/W Engineering
University of Technology

Buthynna F. Abid
National Computer center
Baghdad-Iraq

**Abstract**

*A new approach for solving flow shop problem is presented. The developed and implemented system based on genetic algorithm formulate the flow shop problem as a traveling salesman problem and solve the machine-job scheduling problem accordingly. Special selection, crossover, and mutation operators are used within the genetic system. Results showed fast convergence toward optimal schedule.*

## 1- Introduction

The Flow Shop Problem may be stated as a scheduling problem in which n jobs have to be processed on m machines[1]. In a machine shop a batch of jobs is 0 be assigned to a group of machines in a ray to maximize the total efficiency of the shop.

Flow shops are ordered sets of m processors (or machines) $<P_1,...,P_m>, m \geq 1$, the processing time required by task j of job i is denoted by $P_{ij}$, $1 \leq j \leq m$. For any job i, task j, is performed on processo $P_j$. For any job i the processing of task j, $j \geq 2$ can begin only after task j-1 has been completed. The general flow shop problem can be formulated as follows. Each of n

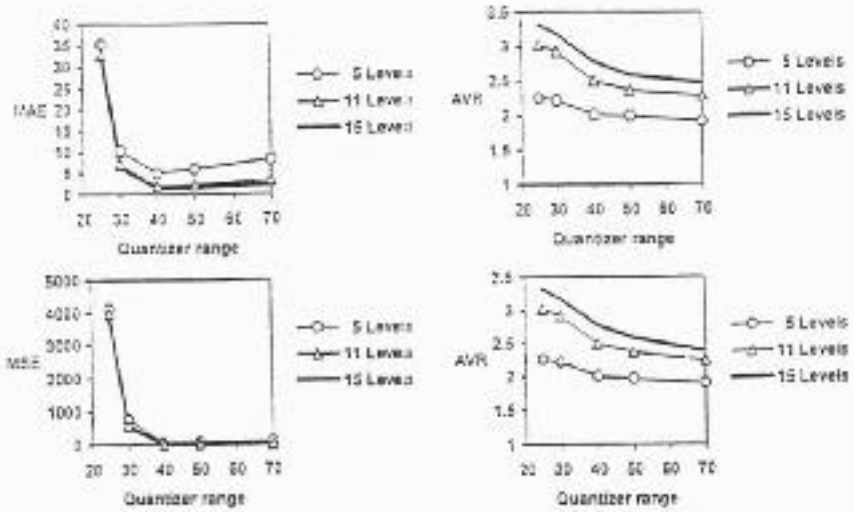



**Fig.(6):** The behavior of quality measures being used and their equivalent average codeword length using non isotropic polynomial predictor for Ros image.

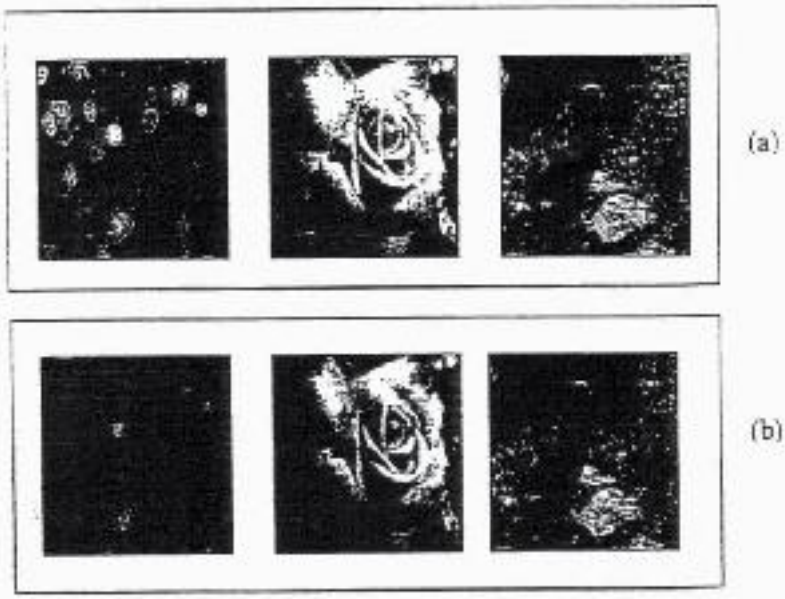



**Fig.(7):** The examples of the reconstructed images using semi-uniform quantization with $2^{nd}$ order polynomial predictor.
a. Using isotropic polynomial predictor.
b. Using non isotropic polynomial predictor.

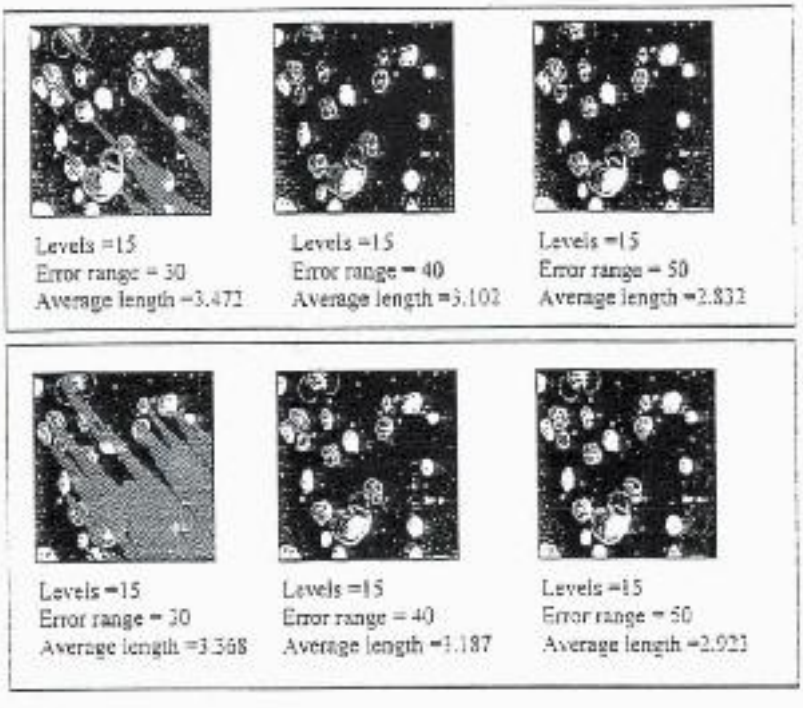



**Fig.(4):** The examples of the reconstructed images using 2nd order isotropic & non isotropic polynomial predictor with lossy encoding method and different quantizer output range values.

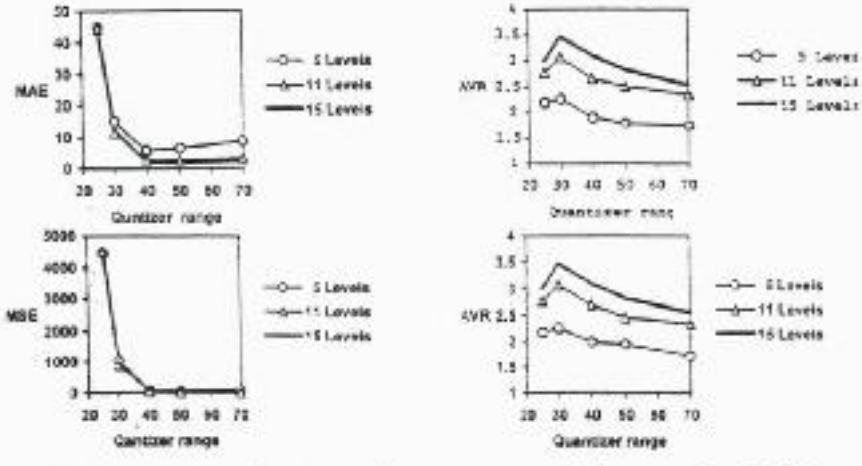
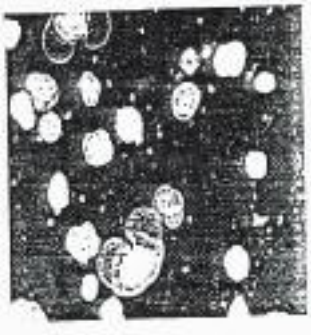



**Fig.(5):** The behavior of the quality measures being used and their equivalent average codeword length using isotropic polynomial predictor for Cell image.

*a.* Crowded image

*b.* Busy image



*c.* Poor image

**Fig.(2):** The used images patterns.

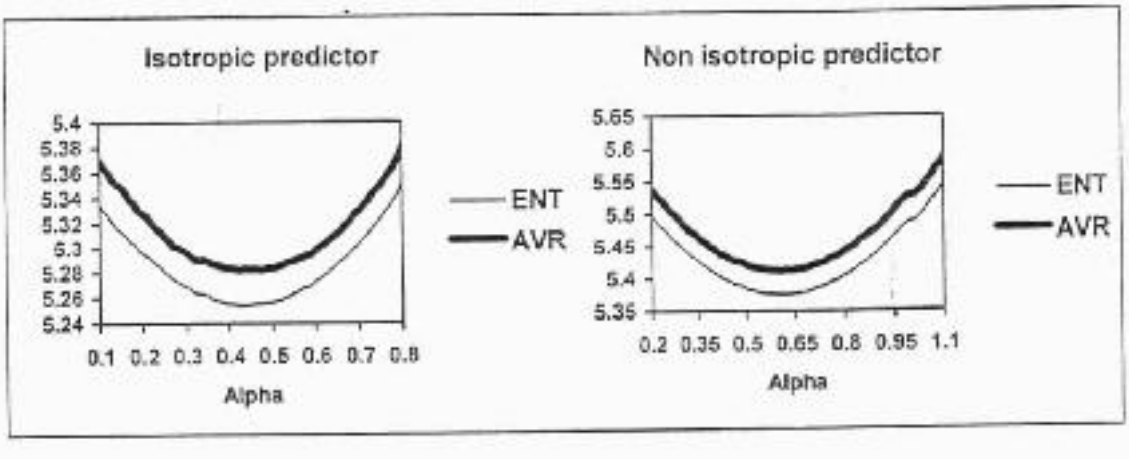



**Fig.(3):** The behavior of $\alpha$-values with respect to the average codeword length using $2^{nd}$ order polynomial predictors and errorless encoding method.

**Table (1):** The results of applying 2nd order polynomial predictors using semi-uniform quantization method.
Where P21 = Isotropic predictor, P22 = Non isotropic predictor.

| | | MAE | | | MSE | | | SNR | | | Exact |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IMG | Pred. Type | Alpha | MAE | AVR | Alpha | MSE | AVR | Alpha | SNR | AVR | AVR |
| Cell | P21 | 0.730 | 3.192 | 2.330 | 0.730 | 15.085 | 2.330 | 0.730 | 36.345 | 2.330 | 5.254 |
| Cell | P22 | 0.490 | 3.227 | 2.414 | 0.490 | 15.354 | 2.414 | 0.490 | 36.269 | 2.414 | 5.411 |
| Rose | P21 | 0.370 | 3.072 | 1.951 | 0.370 | 14.367 | 1.951 | 0.370 | 36.245 | 1.951 | 4.673 |
| Rose | P22 | 1.000 | 3.086 | 2.130 | 1.000 | 14.634 | 2.130 | 1.000 | 36.165 | 2.130 | 4.778 |
| Bird | P21 | 0.680 | 3.318 | 3.527 | 0.470 | 16.027 | 3.535 | 0.470 | 34.560 | 3.535 | 6.829 |
| Bird | P22 | 0.420 | 3.349 | 3.754 | 0.380 | 16.273 | 3.762 | 0.380 | 34.494 | 3.762 | 7.191 |

| | | |
|---|---|---|
| G(x-2,y-2) | G(x-1,y-2) | G(x,y-2) |
| G(x-2,y-1) | G(x-1,y-1) | G(x,y-1) |
| G(x-2,y) | G(x-1,y) | G(x,y) |

*a.* Adjacent points

| | | |
|---|---|---|
| $\alpha$ | $\alpha 2$ | $\alpha 3$ |
| $\alpha 2$ | $\alpha 5$ | $\alpha 6$ |
| $\alpha 3$ | $\alpha 6$ | |

*b.* Isotropic predictive coefficients (Symmetry around 45°)

1/2

| | | |
|---|---|---|
| $2\alpha$ | $1-3\alpha$ | $\alpha-1$ |
| $1-3\alpha$ | $4(\alpha-1)$ | $3-\alpha$ |
| $\alpha-1$ | $3-\alpha$ | |

*c.* Equivalent predictive coefficients

| | | |
|---|---|---|
| 0 | $\alpha$ | $-\alpha$ |
| $1-\alpha$ | -2 | $1+\alpha$ |
| $\alpha-1$ | $2-\alpha$ | |

*d.* Non-isotropic predictive coefficients

**Fig.(1):** The 2nd order polynomial surface points and the equivalent predictive coefficients.

## References


1- O'neal, J., B., 1966, "Predictive Quantizing Differential Pulse Code Modulation for the Transmission of Television Signals", Bell Syst., Tech. J., vol. 45, pp. 689-722.

2- Kortman, C., M., 1967, "Redundancy Reduction-A Practical Method of data Compression", Proceedings of IEEE, vol. 55, No. 3.

3- Hall, E.L., 1979, "Computer Image Processing & Recognition", Dep. of Electrical Engineering, the Miversit of Tennessee Knoxville, Tennessee.

4- Netravali, A., and Limb, J., 1980, "Picture Coding: A review", Proc. IEEE. vol. 68, No. 3, pp. 366-406.

5- Jorj, L.A., 1997, "New Coding Methods for Compressing Remotely Sensed Images", A Ph. D. Dissertation, University of Baghdad.

6- Gonzalez, R. C. and Wintz, P., 1977, "Digital Image Processing", First Edition Addison-Wesley Publication Company.

7- Gonzalez, R. C. and Wintz, P., 1987, "Digital Image Processing", First Edition Addison-Wesley Publication Company.

8- Rosenfeld, A., and Kak, A.C., 1982, "Digital Picture Processing", 2nd ed., Academic Press, New York.

9- Pavlidis, T., 1982, "Algorithms for Graphics and Image processing", Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, Computer Science Press, Inc.

10- Davisson, L. D., 1973. "Universal Noiseless Coding", IEEE Trans. on Information Theory, vol. 19, pp. 783-795.

11- Jain, A., 1981, "Image Data Compression: A Review", Proc. IEEE, vol. 69, No. 3, pp. 349-389.

12- Jain, A.K., 1989, "Fundamental of Digital Image Processing", University of California, Davis.

13- Clarke, R.J., 1985, "Transform Coding of Images", Academic Press Inc., Orlando, Florida.

14- Nicoulin, A. and Mattavelli, M., 1992, "A Statistical Model for Coding Subband Images Using VQ and Arithmetic Coding", Visual Communications and Image Processing (VCIP' 92), vol. 18, pp. 701-710.

15- Frendendall, G.L. and Behrend, W.L., 1960, "Picture Quality-procedures for Evaluating Subjective Effects of Interference", Proc. IRE, vol. 48, pp. 1030-1034.

predictors that were used in the literature which suffer from the possibility of determination failure. Furthermore, it is much easier to calculated the suggested predictor coefficients (since only one variable had to be calculated) than to find all predictor parameters required to define ordinary polynomial predictors.

In this research different quantizer range values have been tested. These values were (25, 30, 40, 50, 70, 80, 100, 110, 120, 150 and 160) which represents the range of the quantized error. When this range is below 40 (or 50 with the busy image), the optimal objective quality measures values have been obtained, but subjectively the images have been damaged. This is due to the fact that the small values of quantizer range will force the quantizer input to be in this limited range which in turn will cause error accumulation in the reconstructed images. These accumulated errors were increased as the quantizer output range was decreased. But for error range between 40 (or 50 with the busy image) and 150, the reconstructed images were acceptable and no error accumulation was happened.

Some examples of the reconstructed images using isotropic and non-isotropic polynomial predictors are shown in figure (4). Furthermore, the quality measures that have been calculated indicates that increasing the number of the quantizer levels leads to better quality measures values but this is on the account of the average codeword length values.

Figure (5) and figure (6) demonstrate this behavior with respect to each error range being used using isotropic polynomial predictors respectively.

Table (1) present the results of applying the semi-uniform quantization using $2^{nd}$ order predictor on the three selected images. The table shows that the semi-uniform quantization method gives better compression parameter results (average codeword length) than the errorless method but this is on the account of the reconstructed image visibility (quality). The reconstructed images using semi-uniform quantization with $2^{nd}$ order polynomial predictors are shown in figure (7).

The second method has been used in our work.

### 4-3 Entropy

The entropy concept was one of the most popular measures utilized to indicate the degree of randomness[5, 6, 7]. The existence of statistical redundancy in the image could be evaluated by considering the entropy values. Suppose we have a set of (m) random variables $\alpha_1$, $\alpha_2$, ... $\alpha_m$ with probabilities $P_1 = P(\alpha_1)$ ... $P_m = P(\alpha_m)$ then the entropy, in bits, is defined as,

$$H = -\sum_{k=1}^{m} P_k \log_2 P_k \qquad ...(34)$$

The entropy for (m) random variables can range from 0 to $\log_2$ (m).

In the coding applications, entropy represents the amount of information associated with the set of coder input values and gives a lower bound on the average number of bits to encode those inputs. The entropy defined above is the first order entropy, which was taken into consideration throughout the current research work.

### 5- Polynomial Predictive Filters

The second order polynomial predictors have been derived in 3.1. These filters were applied to the three suggested images shown in figure (2). The results are discussed in the following paragraphs.

### 5- The Results of The 2nd Order Polynomial Predictive

This type of predictors has only parameter variable ($\alpha$) that controls the effect of each predictor (see figure 1). The application of these predictors on different images using different values for $\alpha$-parameter leads to the fact that alpha has a stationary effect on the values of the quality measures, furthermore, only one optimal $\alpha$-value is needed to be stored as a book note information. The behavior of $\alpha$-values with respect to the average codeword length using errorless encoding method is shown in figure (3). This figure shows that ($\alpha$) has stationary behavior (around 0.4-0.6), which means that $\alpha$-values will never cause any failure in the predictor coefficients calculation and this could be considered as an improvement over the ordinary polynomial

(3) The Signal-to-Noise-Ratio (SNR): This parameter is defined as,

$$SNR = 10\log_2\left[\frac{\{\max(f) - \min(f)\}^2}{MSE}\right] \quad ...(16)$$

**4-2 Subjective Fidelity Criteria**

This type of measurement is usually used when the output images are to be viewed by people as in the case of TV images. It is interested in how good the images look to human observers. The human visual system (HVS) has special characteristics so that two pictures having the same amount of an objective criterion (MSE error) may appear to have very different visual qualities. The most important characteristics of the (HVS) is its logarithmic sensitivity to light intensity so that errors in dark areas of an images are much more noticeable than errors in bright areas[6, 7]. Another (HVS) characteristic is its sensitivity to abrupt spatial changes in gray level of the adjacent pixels, so that errors on or near the edges are more bothersome than errors in the background texture. many subjective methods have been used for evaluating images. This evaluation is done by showing the images to a number of observers and averaging their evaluations. The observer evaluation can be made by using for example:

(1) An absolute scale such as the one suggested by[15] in which each word give a specific evaluation for the image.

-Excellent: An image of extremely high quality, as good as you could desire.

-Fine: An image of high quality, providing enjoyable viewing. Interference is not objectionable.

-Passable: An image of acceptable quality. Interference is not objectionable.

-Marginal: An image of poor quality; you wish you could improve it. Interference is somewhat objectionable.

-Inferior: A very poor image, but you could watch it. Objectionable inference is definitely present.

-Unusable: An image so bad that you could not watch it.

(2) Or by using the pair comparison method where observers are shown two images (the original and the reconstructed) at a time and asked to express a preference.

$$\alpha_3 = -\alpha \quad ...(13.d)$$

$$\alpha_4 = 1 - \alpha \quad ...(13.e)$$

$$\alpha_5 = -2 \quad ...(13.f)$$

$$\alpha_6 = 1 + \alpha \quad ...(13.g)$$

$$\alpha_7 = 2 - \alpha \quad ...(13.h)$$

as shown in figure (1.d).

In both cases (isotropic & non-isotropic) the equivalent predictive coefficients are represented in terms of the parameter ($\alpha$), which can have any possible real value.

## 4- Quality Measurement

The acceptable level of quality of any picture depends on the purpose for which the picture is intended to be used. The picture may be intended for casual human viewing as in the case of a TV images or it may be needed for precise and quantitative measurement of some sort. The types and degrees of degradation that would be acceptable or objectionable might be quite different in these two cases. There are many ways for measuring the "fidelity" of a picture g(x, y) to its original f(x, y). These methods were classified in two categories:

1- Objective fidelity criteria.
2- Subjective fidelity criteria.

### 4-1 Objective Fidelity Criteria

In some image transmission systems some errors in the reconstructed images can be tolerated. In this case a fidelity criterion can be used as a measure of system quality. Different error measurement parameters were proposed in the literature[13, 14], some of these parameters have been utilized in this work.

Suppose that the original image and the reconstructed image arrays are f(x, y) and g(x, y) respectively with M rows and N columns then:

(1) The Mean Absolute Error (MAE): This parameter is defined as,

$$MAE = \frac{1}{M*N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} |g(x,y) - f(x,y)| \quad ...(14)$$

(2) The Mean Square Error (MSE): This parameter is defined as,

$$MSE = \frac{1}{M*N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [g(x,y) - f(x,y)]^2 \quad ...(15)$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{2}(\alpha - 1) \quad ...(10.b)$$

$$\alpha_5 = 2(\alpha - 1) \quad ...(10.c)$$

$$\alpha_6 = \frac{1}{2}(3 - \alpha) \quad ...(10.d)$$

These isotropic predictive coefficients are shown in figure (1.c).

**3-1-1-2 Non-Isotropic**

The non-isotropic property may implies special cases in which there is a directional biased trend in relating the brightness of point (x, y) with the adjacent points. In such a case the equations (13.a-f) are solved directly by treating $\alpha_1$ and $\alpha_4$ as known parameters and try to describe other parameters in terms of them. A straightforward solution will lead to

$$\alpha_2 = 1 - 3\alpha_1 - \alpha_4 \quad ...(11.a)$$

$$\alpha_3 = -1 + 2\alpha_1 + \alpha_4 \quad ...(11.b)$$

$$\alpha_5 = -2 + 2\alpha_1 \quad ...(11.c)$$

$$\alpha_6 = 2 - 2\alpha_1 - \alpha_4 \quad ...(11.d)$$

$$\alpha_7 = -\alpha_1 - \alpha_4 \quad ...(11.e)$$

$$\alpha_8 = 1 + \alpha_1 + \alpha_4 \quad ...(11.f)$$

By assuming $\alpha_4 = 1 - \alpha$ the above equations could be rewritten as,

$$\alpha_2 = \alpha - 3\alpha_1 \quad ...(12.a)$$

$$\alpha_3 = 2\alpha_1 - \alpha \quad ...(12.b)$$

$$\alpha_4 = 1 - \alpha \quad ...(12.c)$$

$$\alpha_5 = -2 + 2\alpha_1 \quad ...(12.d)$$

$$\alpha_6 = 1 - 2\alpha_1 + \alpha \quad ...(12.e)$$

$$\alpha_7 = -\alpha_1 - 1 + \alpha \quad ...(12.f)$$

$$\alpha_8 = 2 + \alpha_1 + \alpha \quad ...(12.g)$$

The above equation (18) show that the predictive filter coefficients depends on two parameters $(\alpha, \alpha_1)$, and for simplicity we will reduce the problem complexity by considering the case $\alpha_1 = 0$, in such a case the predictive coefficients will be,

$$\alpha_1 = 0 \quad ...(13.a)$$

$$\alpha_7 = \alpha - 1 \quad ...(13.b)$$

$$\alpha_2 = \alpha \quad ...(13.c)$$

$$G(x,y)=\alpha_1 G(x-2,y-2)+\alpha_2 G(x-1,y-2)+\alpha_3 G(x,y-2)+\alpha_4 G(x-2,y-1)+\alpha_5 G(x-1,y-1)+\alpha_6 G(x,y-1)+\alpha_7 G(x-2,y)+\alpha_8 G(x-1,y) \quad ...(5)$$

Substituting equations (4.a-I) in equation (5), we get,

$$G(x,y)=\alpha_1\{a_{00}+a_{10}(x-2)+a_{01}(y-2)+a_{20}(x-2)^2+a_{02}(y-2)^2+a_{11}(x-2)(y-2)\}+\alpha_2\{a_{00}+a_{10}(x-1)+a_{01}(y-2)+a_{20}(x-1)^2+a_{02}(y-2)^2+a_{11}(x-1)(y-1)\}$$
$$\bullet$$
$$\bullet$$
$$+\alpha_{16}\{a_{00}+a_{10}(x-1)+a_{01}y+a_{20}(x-1)^2+a_{02}y^2+a_{11}(x-1)y\} \quad ...(6)$$

From equation (6) we get,

$$\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4+\alpha_5+\alpha_6+\alpha_7+\alpha_8=1 \quad ...(7.a)$$

$$2\alpha_1+\alpha_2+2\alpha_4+\alpha_5+2\alpha_7+\alpha_8=0 \quad ...(7.b)$$

$$2\alpha_1+2\alpha_2+2\alpha_3+\alpha_4+\alpha_5+\alpha_6=0 \quad ...(7.c)$$

$$4\alpha_1+\alpha_2+4\alpha_4+\alpha_5+4\alpha_7+\alpha_8=0 \quad ...(7.d)$$

$$4\alpha_1+4\alpha_2+4\alpha_3+\alpha_4+\alpha_5+\alpha_6=0 \quad ...(7.e)$$

$$4\alpha_1+2\alpha_2+2\alpha_4+\alpha_5=0 \quad ...(7.f)$$

Since the number of $\alpha$ coefficients (8) is greater than the number of the simultaneous equations (1.a-f) (6 equations), thus a number of assumptions have to be set to overcome this problem. Different sets of assumptions may be considered for relating the value of G(x, y) with G's values at the adjacent points.

### 3-1-1-1 Isotropic

As it is shown in figure (1.b), the values of the 8-coefficients were assumed to have a sort of symmetry around the direction (45°), i.e.

$$\alpha_1 = \alpha$$
$$\alpha_2 = \alpha_4 \quad ...(8)$$
$$\alpha_3 = \alpha_7$$
$$\alpha_6 = \alpha_8$$

Substituting in equation (7.a-f), lead to the following equation,

$$\alpha + 2\alpha_2 + 2\alpha_3 + \alpha_5 + 2\alpha_6 = 1 \quad ...(9.a)$$

$$2\alpha + 3\alpha_2 + \alpha_5 + 2\alpha_3 + \alpha_6 = 0 \quad ...(9.b)$$

$$4\alpha + 5\alpha_2 + \alpha_5 + 4\alpha_3 + \alpha_6 = 0 \quad ...(9.c)$$

$$4\alpha + 4\alpha_2 + \alpha_5 = 0 \quad ...(9.d)$$

A straightforward solution will lead to

$$\alpha_2 = \frac{1}{2}(1-3\alpha) \quad ...(10.a)$$

actual pixel values should be periodically transmitted to avoid large errors.

In the literature, many predictive schemes have been designed and implemented[1, 2, 3, 4, 10, 11, 12]. In this work we have designed a new type of predictors by using polynomial function as will be shown in the following paragraphs.

### 3-1 Polynomial Predictors

Basically, the process of 2-D linear prediction could be considered as a 2-D extrapolation method governed by a linear constraint, i.e.,

$$G_p(x,y) = \sum_{j=0}^{n} \sum_{i=0}^{n-i} \alpha_{ij} G(x-i, y-j) \quad \text{with } \alpha_{00} = 0 \qquad ...(3)$$

where G(x, y) and $G_p(x, y)$ are the actual and predicted gray values at the point (x, y) respectively, while (m) and (n) represent the predictor order in horizontal and vertical directions, respectively. Geometrically smoothed surface passing through a set of points could be considered as a 2-D constraint governs the spatial behavior of the points of the set. As declarative examples, we will consider the cases of 2nd order of 2-D polynomials.

#### 3-1-1 Second Order Polynomial Predictors

Now if we consider the 2nd order polynomial surface (i.e., quadratic surface), passing through the adjacent points demonstrated in figure (1.a). thus, all these points satisfy the 2nd order polynomial equation, (i.e. equation 1 for n = 2),

$$G(x, y) = a_{00} + a_{10}x + a_{01}y + a_{20}x^2 + a_{02}y^2 + a_{11}xy \qquad ...(4.a)$$

$$G(x-1, y) = a_{00} + a_{10}(x-1) + a_{01}y + a_{20}(x-1)^2 + a_{02}y^2 + a_{11}(x-1)y \qquad ...(4.b)$$

$$G(x, y-1) = a_{00} + a_{10}x + a_{01}(y-1) + a_{20}x^2 + a_{02}(y-1)^2 + a_{11}x(y-1) \qquad ...(4.c)$$

$$G(x-1, y-1) = a_{00} + a_{10}(x-1) + a_{01}(y-1) + a_{20}(x-1)^2 + a_{02}(y-1)^2 + a_{11}(x-1)(y-1) \qquad ...(4.d)$$

According to the linear predictor definition (3), the predicted value of G(x, y) can be evaluated from the previous points, i.e.,

3- Select the higher 256 error frequencies.
4- Let FIXP = The probability of the remaining 255 errors.
5- Using Huffman code method, find the probability and length of the higher 256 errors being selected.
6- Calculate the average length as follows,
   a- Let Long = The position of the longest code word which has the lowest probability.
   b- For I = 0 to 255 do
      If (FIXP > 0)
      and
      (Long = I) then
      AVR=AVR+(p(I)+FIXP) * (b(I) + 1)
      else AVR=AVR+p(I)* b(I).

where p(I) and b(I) are the probability and length of codeword associated with the input (I).

The present paper starts with a description of polynomial representation, then the polynomial predictors are derived, and a subsection is devoted to the quality measurements and implementation mechanism being used. Finally, some experimental results are reported and discussed.

## 2- Polynomial Representation

The mathematical formula representing 2-D polynomial of nth degree is given as[5]:

$$P_n(x,y) = \sum_{i=0}^{n} \sum_{j=0}^{n-i} a_{ij} x^i y^j \qquad ...(1)$$

where $(a_{ij})$ represent the polynomial coefficients.

The number of polynomial coefficients depends on the order (n) of the polynomial[5],

$$N_a = \frac{(n+1)(n+2)}{2} \qquad ...(2)$$

While, the value of $(a_{ij})$ coefficients may be calculated using any well-known polynomial fitting method.

## 3- Predictive Coding

Since picture elements in a local region are highly correlated, one might expect that a currently considered pixel might be accurately predicted from knowledge of predicted from knowledge of previous pixels (prediction). If accurate prediction is possible, then it should not be necessary to transmit the pixel but a predictor could be placed at the receiver. Of course, some starting value might be required or some

a high frequency of occurrence, and longer codewords are given to those having low frequency of occurrence. The average length (AVR) of codewords could be calculated from,

$$AVR = \sum_{i=0}^{N-1} p(i)b\ b(i)$$

where p(i) and b(i) are the probability and length of codeword associated with the input(i). This type of codes is sometimes called Entropy codes. It is suitable when the histogram of inputs shows a biased tendency toward certain values. An example of such codes is the Huffman code, which was used in this work.

The efficiency of a coding method could be estimated from the degree of closeness between its average codeword length and the actual entropy of the source generating the sequence of coder inputs. This is based on the fact that first order entropy of a certain input set gives a lower bound on the average number of bits required to encode each input separately.

## Huffman Code

Huffman coding is the most efficient entropy coding method compared with other types of coding. The average length of its codeword set is very close to the value of the first order entropy. Its code could be generated by reconstructing a suitable binary tree[8]. The roots length depends completely upon the probability of each possible input value, such that the shortest roots should correspond to inputs having the highest probability of occurrence. The disadvantage of Huffman coding lies in that a long library should be constructed when the inputs set has a long extent. In this case, the codeword of least likely inputs will be extremely long which, in turn, will impose unacceptable delay in the decoding process. In this research this problem was solved by using Huffman coding for only 256 inputs having the higher frequency. A fixed length coding method was applied to the rest of the inputs. The algorithm for finding the total average codeword length was as follows,

1- Calculate the quantized error histogram.
2- Sort the histogram in descending order.

quantizer value) is QE = Round (S * IDX - D).

(2) Only, the bin around zero have different width, such quantizer is called semi-uniform quantizer. The bin width is allocated according to the nature of the inputs. For example,

-If the input to the quantizer is the mapped digital image pixels themselves, then the bins width may depend on the behavior of the probability density function such that the bins are narrow in the regions of histogram shows a high probability and such mechanism will lead to non-uniform quantizers.

-If the input to the quantizer is the mapped errors between the original image and the reconstructed one, then the bins are taken wide around zero value while they should be narrow in far regions (because far regions means a high errors which may lead to unacceptable distortion). This means that errors near zero are neglected while other values are taken into consideration. This concept was adopted in this work.

The algorithm of the semi-uniform quantization applied in our work was based on the idea of using mask slicing as a criterion for performing the wanted quantization,

1- Let E = The error value.
T = 11111000 in binary = 248 in decimal. Where T represents the mask that is used in the quantization operation in order to neglect the lowest three bits values of the error.

2- If E < 0 then QE = -(E AND T)
else QE = (E AND T).

where AND represents the logical AND operation and QE is the quantizer output value.

**(3) The Coding Operation**

It is a one-to-one mapping process, which assign each possible input value a unique sequence of binary digits (called codeword). The coding methods could be classified into[5, 7],

(1) Fixed length coding in which all codewords have the same length, which is sometimes called (Natural codes).

(2) Variable length coding it is a mapping process leads to codewords have different lengths. It depends on the probabilities of the inputs, such that short codewords are given to the inputs have

amount of fidelity be preserved.

The encoding process can be modeled as a sequence of three operations,

**(1) The Mapping Operation**

It maps the original digital image data from the pixel domain into another domain, such that fewer bits are required to code the mapped digital image than would be required to code the original one. In the literature many mapping techniques have been implemented[1,2,3,4,5] (e.g. predictive mapping, interpolative mapping and transform mapping).

**(2) The Quantization Operation**

The quantizer used for rounding off each mapped datum to one of a smaller of possible values so that fewer codewords with fewer bits are required[5, 6, 7]. In this research scalar quantization has been used which can be defined as follows, each input value (which is the error between the real image and the reconstructed one) is forced to one allowable output values. One way to accomplish this is to divide the input range into number of bins. The distribution of bins over the whole range of the quantizer input (i.e. mapping outputs) was handled in two different ways:

(1) All bins are equal, such quantizer is called a uniform quantizer in which the bins width is constant. In the current work the uniform quantization algorithm was,

A- Let N = The number of the quantizer level (bins), (that may be one of the following values 5, 11 or 15).
D = The quantizer range value, (that may be one of the following values 25, 30, 40, 50 or 70, 80, 100, 110, 120, 150, 160). For example, When D = 25 this means that the maximum quantizer output value is 25 and the minimum quantizer output value is -25 and may value out of this range will be clipped to be in the range.
E = The error value.

B- Then the number of bins on each side of the error range (D), could be evaluated from the equation ND = (N-1) div.

C- The bins width (s) is S = 2 * D/ (N-1).

D- The bins number which starts from 0, is IDX = Round ((E + D)/ S).

E- The quantized error (i.e. the

# The Use of Polynomial Predictors in Image Coding

Dr. R.S. Naoum
Department of Computer Science
Baghdad University

Dr. Luay A. Jorj
Al-Khawarizmy Company

Farah Y. Hammed
Department of Computer Science
Baghdad University

## Abstract

*The objective of spatial image coding is to effectively reduce the number of bits necessary to represent a digital picture and still maintain some fidelity quality relating the pre and past coded images. In this paper, new predictive schemes have been designed and implemented. The derivation of these sets was based on certain geometrical constrains. The existence of spatial correlation between the adjacent image elements was exploited via the assumption that the values of neighbored pixels could be represented by simple 2-D relationships like (2-D polynomials). Applying such mathematical formulas to describe the spatial variation of adjacent pixel's values will imply the process of assuming a certain constraints on the spatial variation. As a consequence of these assumptions different sets of polynomial predictors were derived and implemented on different gray images. The results are encouraging using objective and subjective quality measures.*

## 1- Introduction

Digital representations of images usually require a very large number of bits. In many applications, it is important to consider techniques for representing an image, or the information contained in the image, with fewer bits. In the terminology of information theory this is referred to a source encoding. Applications of source encoding in the field of image processing generally fall into one of three categories:

1- Image data compression.
2- Image transmission.
3- Feature extraction.

This paper concerns with the second application in which the goal is to achieve maximum reduction in the quality of data to be transmitted subject to the constraint that a reasonable

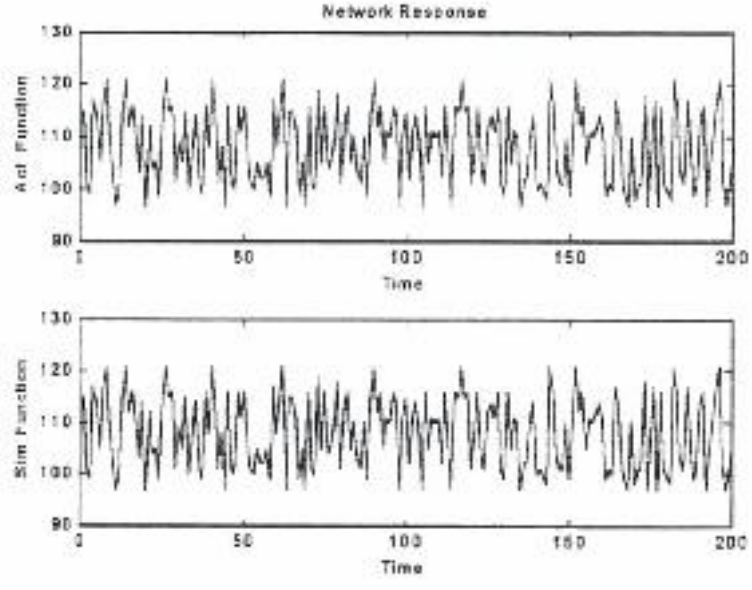



**Figure (6a)**: Network response for actual and simulated system for BP algorithm.

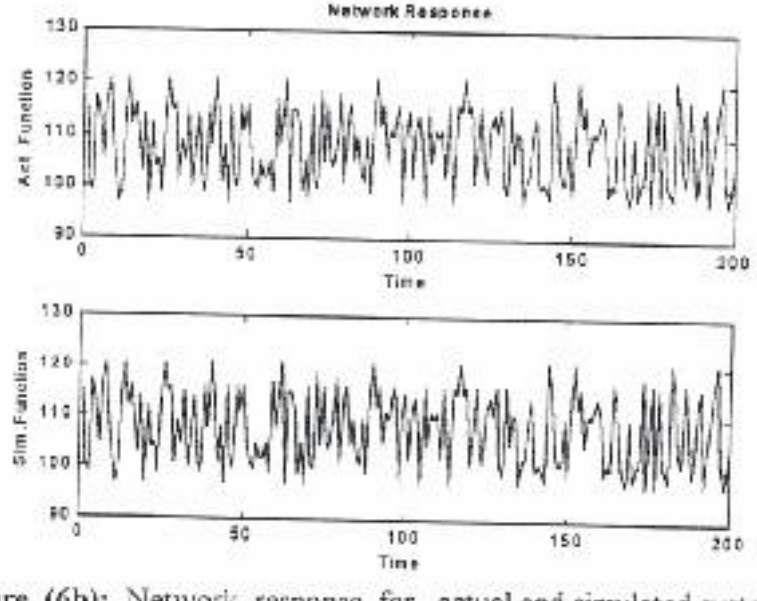



**Figure (6b)**: Network response for actual and simulated system for LM algorithm.

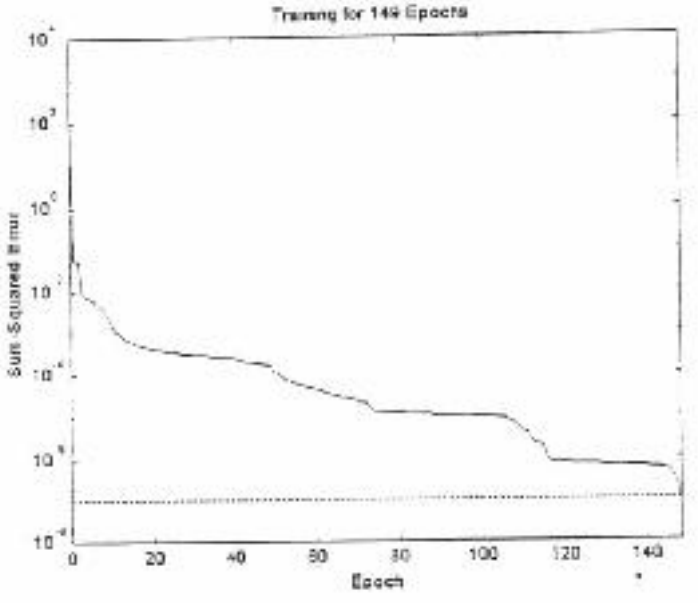



Figure (5a): LM training algorithm learning curve for simple nonlinear system with 10 nodes.

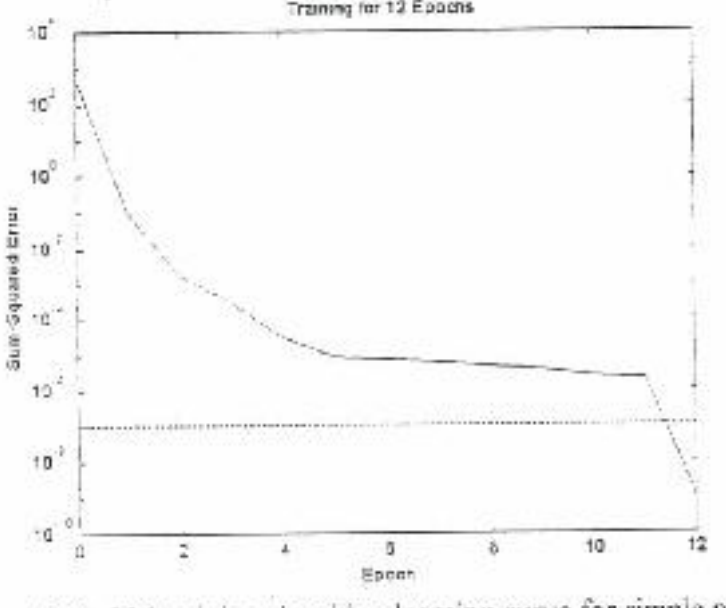



Figure (5b): LM training algorithm learning curve for simple nonlinear system with 26 nodes.

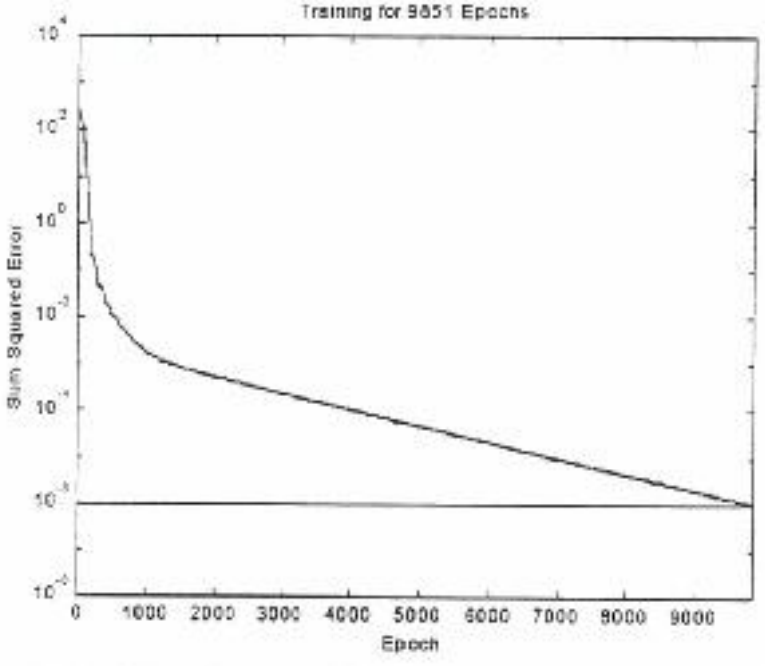



**Figure (4a):** BP Training algorithm learning curve for simple nonlinear system with 70 nodes.

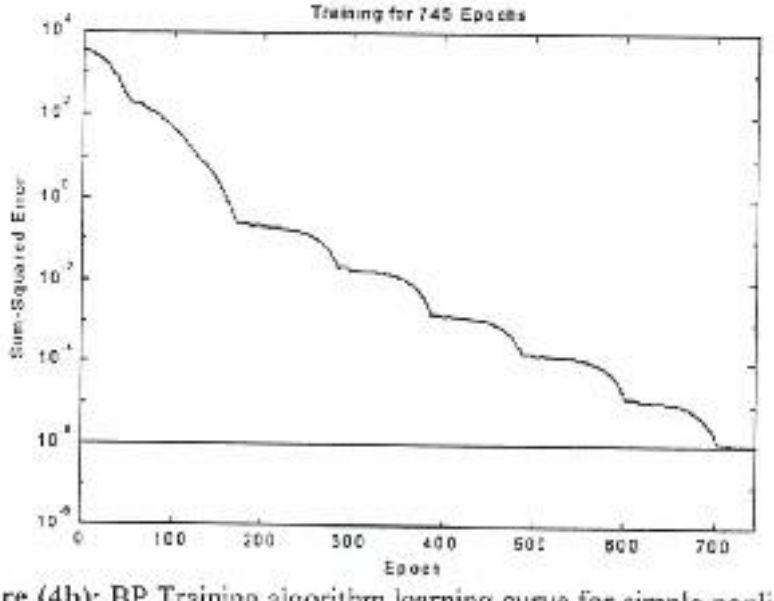



**Figure (4b):** BP Training algorithm learning curve for simple nonlinear function with 100 nodes.

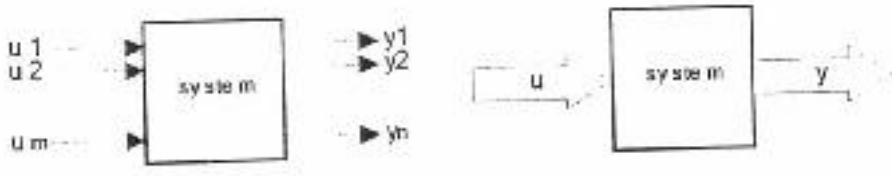



**Figure (1):** A system with m input and n output (black box).

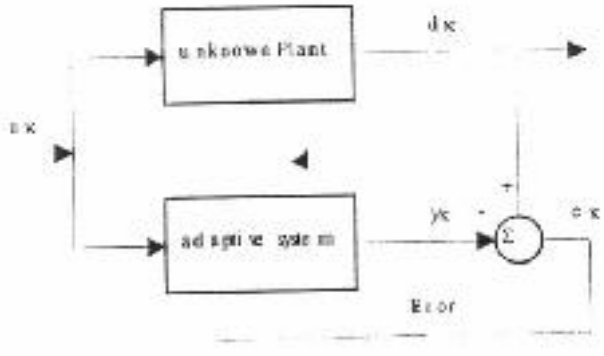



**Figure (2):** Adaptive system identification architecture.

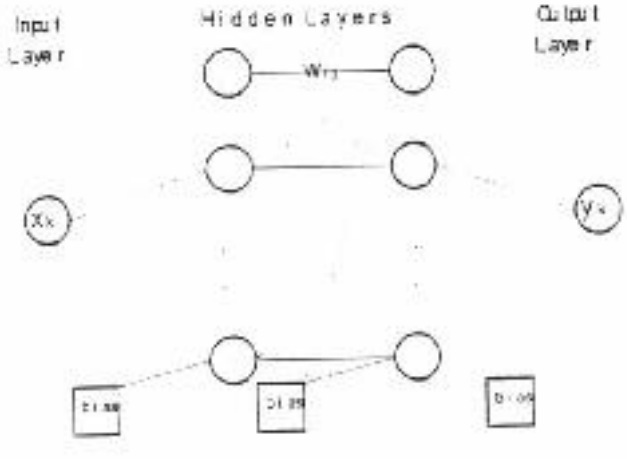



**Figure (3):** MLFF neural network architecture.

10- Lippmann, Richard P. (1987): An Introduction to Computing with Neural Nets, IEEE ASSP April 1987.

11- Lhung, Lennart (1987): System Identification, Theory for the user, Prentice-Hall Inc. 1987.

12- Morles, Eliezer C. & Neil Mort (1993): Neural Network-Based Adaptive Control Design, Journal of System Engineering, 1993.

13- Patterson, Dan W. (1996): Artificial Neural Networks, Theory and applications, Prentice Hall, 1996.

14- Tanomaru, Julio (1994): Comparative Study of Two Neural Network Approaches for Nonlinear Identification, ISSIPNN'94..

15- Widrow, Bernard & Samuel D. Stearns (1985): Adaptive Signal Processing, Prentice Hall Inc. 1985.

16- Widrow, Bernard & Rodney Winter (1988): Neural Nets for Adaptive Filtering and Adaptive Pattern Recognition, IEEE 1988.

17- Widrow, Bernard & Eugen Walach (1984): On the Statistical Efficiency of the LMS Algorithm with Nonstationary Inputs, IEEE Transaction on Information Theory, Vol. IT-30, No.2, March 1984.

18- Xing, Lau & Duc T. Pham (1997): Neural Networks for Identification, Prediction and Control, Springer-Verlage Ltd. 1997.

19- Zaknich, Anthony & Yianni Attikiouzel (1997): A Modified Probabilistic Neural Network Signal Processor for Nonlinear Signals, DSP 97.

**Table (1):** Illustrate number of nodes (neurons) of hidden layer, number of epochs*, number of flops**, and execution time of different networks and training algorithms.

| | Training Algorithm | No. of Nodes | No. of Epochs | No. of Flops | Execution time |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | BP | 70 | 9851 | $4.238 \times 10^8$ | $1.927 \times 10^2$ |
| 2 | BP | 100 | 668 | $4.171 \times 10^7$ | $1.7 \times 10$ |
| 3 | LM | 10 | 149 | $4.38 \times 10^5$ | 9.7 |
| 4 | LM | 26 | 12 | $1.197 \times 10^5$ | 1.7 |

* Epoch: One cycle through the entire set of training vectors.

** Flops: Floating Point Operation counts. Additions and Subtractions are counted one flop if real, and two flops if complex. Multiplications and Divisions counted one flop if the result is real and six flops if it is not.

system to any degree of accuracy. Figure (6a) and Figure (6b) shows complete similarity between the unknown system (actual) and the simulated system.

3- LM training algorithm has been proved experimentally to be more effective in MLFF networks training especially for large degree of accuracy. More over it can converge even with less hidden neurons than the optimal number, but with much more epochs.

4- The critical point in designing MLFF networks is the choice decision of the number of neuron in the hidden layers. Clearly there is an optimal number on which training algorithm can reach the desired accuracy in optimal time. However if the number of neurons of the hidden layers is below the optimal number, more epochs will be needed to converge the desired accuracy. The golden rule is that; do not rock the boat any more. Increasing the hidden layer neurons will give more flexibility to simulate the underlying mapping.

## References


1- Bulsari, A. B. & S. Palosaari (1993): Application of Neural Networks for System Identification of an Adsorpuon Column, Neural Comp. & Applic. 1993.

2- Castellano, Giovanna, Anna Maria F. & Marcello M. Pelillo (1997): An Iterative Pruning Algorithm for Feed-forward Neural Networks. IEEE Trans. On NN, Vol.8 No.3 May 1997.

3- Chen, Chi-Tsong (1984): Linear System Theory and Design, Holt-Saunders 1984.

4- Chu, S. Reynold, Rahmat Shoureshi, & Manoel Tenorio (1990): Neural Nerworks for System Identification, IEEE 1990.

5- Cinar, Ali (1996): Nonlinear Time Series models for multivariable dynamic processes.

6- Fantini Jacques & Robert Laurent (1996): Definition of Mathematical Concepts for Computation of Linear and Nonlinear System Models, ICCTA'96.

7- Ghanadan, R. & G. L. Blankenship (1993): Adaptive Control of Nonlinear System via Approximate Linearization, Technical report, Institute for systems Research, 1993.

8- Kim, Sung-Woo & Ju-Jang Lee (1993): Unknown Parameter Identification of parameterized System Using Multi-Layered Neural Networks, IEEE 1993.

9- Korze Danilo, Damjan Zazula & Bozidar P. (1997): A Method for MISO Systems Identification Using Third-Order Cumulants, DSP 97.

The learning rate $\eta$ is varying according to the value of error before and after updating the parameters in each iteration[1]. One of the advantages of LM is that; not all the iterations in LM algorithm are used to update the network's parameters. Just the iteration which decreases the error is used in updating the network's parameters. Therefore, the error will never increase through the learning process, and hence we will have a stair-like performance surface.

Simulation results showed that, LM training algorithm could reach any degree of accuracy with more epochs.

## 4- Experiment Results

Experiment results shows that LM training algorithm is much more powerful than BP training algorithm in terms of convergence time and number of neurons in the hidden layer needed to approximate the underlying function (transfer function of the unknown system).

Figure (4a) shows that the BP algorithm took (9851) epochs* to reach the error goal of ($10^{-6}$) with (70) nodes, while it took (668) epochs to reach the same error goal with (100) nodes, as shown in Figure (4b).

Figure (5a) shows that the LM algorithm took (149) epochs to reach the error goal of ($10^{-7}$) with (10) nodes, while it took (12) epochs to reach the same error goal with (26) nodes as shown in Figure (5b).

Also it is shown that learning curve of LM training algorithm has stair like shape, that is because the algorithm decreases the error in each epoch, while in BP algorithm the learning curve is vibrated around descending line, because of the unstability of the error surface.

## 5- Conclusions

1- Black box identification models are often used when no information was available about the system except its input and output. This constraint becomes very sever for nonlinear systems, and make Black Box models the only choice and most promising model.

2- Neural networks have shown more capabilities in nonlinear systems identification over the conventional adaptive algorithms. With a good approximation algorithm we can identify the unknown

layers, variable learning rate, momentum term, and dynamic backpropagation[13], with the addition of error approximation for nonlinear systems[9]. Those enhancements with no doubt, have increase the efficiency and the convergence speed of the algorithm. For these reasons BP algorithm have been used efficiently for many linear systems and some simple nonlinear systems identification problems. The weight adaptation in BP is given by:

$$\Delta Wij(k+1) = \eta \delta j u i + \rho \Delta Wij(k)$$

where:

$\Delta W$: Correction matrix of weights.

$\rho$ : Momentum term.

$\delta$ : Portion of error correction due to BP of error.

$\eta$ : Learning rate.

$\mu$ : Input training vector.

Among the difficulties of BP algorithm in nonlinear systems are; long training sequences, large quantities of computing time, lake of convergence due to local minima plateaus and differentiability requirement for nonlinear activation functions[12].

However, it was shown experimentally (our own results) that it is not a proper choice for complicated nonlinearity, especially when a high degree of accuracy is needed. Also, the experimental work showed that; BP can converge more rapidly and even avoid local minima if we increase the number of neurons in the hidden layer.

### 3-2-2 Levenberg-Marquardt Algorithm (LM)

Levenberg-Marquardt (LM) is a training algorithm used to train MLFF networks based on linear optimization technique at minimizing the sum of squares of error (SSE)[7]. The search direction for the LM algorithm is defined by:

$$\Delta X = (J^T J + \eta I) \cdot (-J^T \varepsilon)$$

where:

$J^T$ : Jacobean matrix of proper dimension.

$J^T J$ : Covariance matrix of proper dimension.

$\Delta X$ : Correction matrix of proper dimension.

$\eta$ : Learning parameter $\eta \geq 0$.

$I$ : Identity matrix.

$\varepsilon$ : Difference between net output and desired output.

### 3-1 Neural Network Architecture

The neural identifier consists of a multilayer feed-forward network (MLFF). The term multilayer involves a set of input neurons, connected to a set of output neurons by means of one or more sets of intermediate neurons, all or some of the neurons with variable interconnection weight. Each set of neurons is topologically distributed in a layer-like configuration, with the neuron outputs of one layer connected to some or all of the neuron inputs of the successive layer. The network considered in this paper, consists of one hidden layer with nonlinear activation function (sigmoid have been used) with the addition to the input and output layers.

A weighted bias is used with the hidden and output layers to smoothen the adaptation of the connection weights. Figure (3) illustrate the structure of the multilayer feed-forward network considered in this paper.

The size of the neural network (number of neurons in the hidden layer) is crucial in designing the whole structure. There is no mathematical formulation to calculate the optimal size of such networks, however, too many free units will learn faster, avoid local minima, and exhibit a better generalization performance. Some theoretical studies shows that, FFML networks with a number of hidden units equals the number of training examples is guaranteed to have no local minima[2].

### 3-2 Training Algorithms

Supervised training algorithms are commonly used to train feed-forward networks. All algorithms should have the capability to adapt (change) the network connection weight in such away to minimize the output error according to some performance criterion. In this paper we will discuss two types of training algorithms; Back Propagation (BP),. and Levenberg-Marquardt (LM).

#### 3-2-1 Back Propagation Algorithm (BP)

The Back propagation algorithm (BP) is the most commonly training algorithm used in the training of multilayer feed-forward networks (MLFF). Since its invention, BP algorithm has been enhanced by adding several choices of design; such as number of

arbitrary concepts or mapping between concepts[13]. The interconnections of all the processing elements and directions of signal flows with in the network proved essential information on the basic system architecture. The input links connected to each cell $C_i$ usually have an associated weight $W_{ij}$ which is a measure of the influence that an output cell C or input stimulates has on the cell. Weights on the connection between two layers or groups of cells are specified by weight matrices W. Such matrices completely determine the connectivity of networks and the direction of signal propagation. The values of weights on all interconnecting links correspond to neural synapse parameters. The established network stored distributed knowledge. In general, weights are real valued numbers that can be modified through a learning process. The general learning program then is to find a weight matrix W that satisfies the vector equations:

$$Y_P = F(X_P, W)$$

For all input patterns $X_P$, P = 1, 2, 3, ..., p, where the vector function F is a nonlinear function.

The ultimate test of performance for any network is the network's ability to accurately produce an output y that agrees with a target value d (desired value). In other meaning, to construct a good estimator of the underlying mapping, function F, Which maps vector patterns from n-dimensional space to vector patterns in m-dimensional space:

$$F: R^n \rightarrow R^m.$$

The purpose of the network is to establish the required mapping or at least approximates it to some desired accuracy. System identification using neural networks, is then a problem of finding some weights matrices that represent the transfer function of the unknown system[8].

Recent research has demonstrated that neural networks are effective in the identification of dynamic system. It is also concentrated that identification of nonlinear dynamic systems is difficult for conventional theories to deal with[1,18].

$$\xi = [\varepsilon_k^2] = E[d_k^2] - 2E[dX_k^T]W + W^T E[XX^T]W$$
$$= E[d^2] - 2P^T W + W^T RW \quad \ldots (13)$$

where

$P = E[d_k X_k^T]$

Cross correlation vector.

$R = E[X X^T]$

Input correlation matrix.

The gradient ($\nabla$) of the mean square-error performance surface can be obtained by:

$$\nabla = \frac{\partial \xi}{\partial \xi} = \left[\frac{\partial \xi}{\partial \omega 0} - \frac{\partial \xi}{\partial \omega 1} \cdots \frac{\partial \xi}{\partial \omega k}\right]^T$$
$$= 2RW - 2P \quad \ldots (14)$$

If W is set to its optimal value ($W^*$), which satisfies equation (9), then:

$$\nabla = 0 = 2RW^* - 2P$$

$$W^* = R^{-1}P \quad \ldots (15)$$

Multiply (14) by ($1/2\ R^{-1}$)

$$1/2\ R^{-1}\nabla = W - R^{-1}P$$

Combining (14 & 15)

$$W^* = W - 1/2\ R^{-1}\nabla \quad \ldots (16)$$

We change (16) into adaptive algorithm as follows:

$$W_{k+1} = W_k - \mu R^{-1} \nabla_k \quad \ldots (17)$$

where $\mu$ is a constant to regulate the convergence (learning rate) and $(R^{-1}\nabla_k)$ is the adoptive algorithm or learning algorithm which is used to adapt the coefficients (weights) in order to achieve the constrains of equation (9) as shown in figure (2)[17].

## 3- Artificial Neural Networks

Every ANN is composed of a set of n simple neural computing elements. Functionally, there are three types of cells organized into layers; input, output, and interior or hidden cells. Input cells are connected to some form of external stimuli, which produce input signals. The input signals are denoted by the n-dimensional vector X. The input typically corresponds to a set of objects feature values. Output cells produce an output signal vector Y of m dimensions. Interior cells are connected to either input, output or other interior cells. When they receive inputs, these cells compute values that are then passed on the other cells for further processing. In general these cells compute values that relate to

If the system is linear and time invariant equation (5 & 6) becomes[15]:

$$x(K+1) = Ax(k) + Bu(k) \quad \ldots (7)$$

$$y(k) = Cx(k) \quad \ldots (8)$$

where A, B and C are (mxn), (nxp) and (mxn) matrices.

## 2-3 Identification and Adaptation Theory

The central concept in identification problems is identifiability. The problem is whether the identification procedure will yield a unique value of the parameter ($\theta$), and/ or whether the resulting model (M) is equal to the true system[10]. In other meaning, a model structure is globally identified at ($\theta^*$) if:

$$M(\theta) = M(\theta^*) \quad \ldots (9)$$

The objective of system identification (black box) is to find the transfer function ($f$) of the unknown system that can maps the given input signals ($u_k$) into an estimated output signals ($y_k$) with an error signal ($\varepsilon_k$), in correspondence to some desired signal ($d_k$) such that:

$$\varepsilon_k = d_k - y_k \quad \ldots (10)$$

Consider a physical dynamic, which may be regarded as unknown system "Black Box" having single input ($u_k$), and single output ($y_k$), as described in equation (4). If we can find a set of coefficients (weights W) that replaces matrices A, and B then equation (4) can be rewritten as:

$$y_k = W_k X_k^T \quad \ldots (11)$$

where $W_k = [w_{0k}\ w_{1k} \ldots w_{1k}]^T$

$X_k = [x_{0k}\ x_{1k} \ldots x_{1k}]^T$

Substituting in (10)

$$\varepsilon_k = d_k - W_k X_k^T \quad \ldots (12)$$

The objectives of the adaptation process is to seek the minimum of the performance surface by adjusting the weights (matrices of coefficients) so that the error single minimized or disappeared according to some criterion performance (mean square error)[15,16].

The expected mean square error (mse):

$$y(k) = \alpha_1(y(k-1)+\alpha_2 y(k-2),\ldots+\alpha_0 y(k-n) +\beta_1 u(k-1)+\beta_1 u(k-2),\ldots+\beta_1 u(k-m)) \quad \ldots(2)$$

where $\alpha_i$ (i = 1,2,...,n)
and $\beta_i$ (i = 1,2,...,m)
are real constants.

Equation (2) can be rewritten in matrix notation:

$$y(k) = \sum_{i=1}^{n} \alpha i y(k-1) + \sum_{j=1}^{m} \beta j u(k-j) \quad \ldots (3)$$

For multi-input multi-output (MIMO) and multi-input single-output (MISO)[19], equation (3) can be rewritten as:

$$y(k) = \sum_{i=1}^{n} Ai y(k-1) + \sum_{j=1}^{m} \beta j U(k-j) \quad \ldots (4)$$

where Ai and Bj an (mxn) and (mxp) matrices respectively.

## 2-2 The State-Space Description

The input-output description of a system is applicable only when the system is initially relaxed. If the system is not initially relaxed, say at time $k_o$, then equation (1) does not hold. In this case the output $y(k_o, \infty)$ depends not only on the input $u(k_o, \infty)$ but also on the initial conditions at $k_o$. Hence in order to determine the output $y(k_o, \infty)$ uniquely, in addition to the input $u(k_o, \infty)$ we need a set of initial conditions at $k_o$. This set of initial conditions is called the state at $k_o$. Hence the state at $k_o$ is the information that together with the input u determines uniquely the output y (the behavior of the system) for all $k \geq k_o$. By the behavior we mean that, the responses including the state of the system. We describe the relations between the input, output, and the state by the following set equations (dynamical equation)[3,11].

$x(k+1)=\phi(x(k),u(k))$ state equation (5)
$y(k)=\psi(x(k),u(k))$ output equation (6)

where
$x(k)$: $[x_1(k), x_2(k), \ldots x_n(k)]^T$
is a state vector of the system.
$u(k)$: $[u_1(k), u_2(k), \ldots u_p(k)]^T$
is the system input vector.
$y(k)$: $[y_1(k), y_2(k), \ldots y_m(k)]^T$
is the system output vector.
$\phi$, $\psi$ Are static nonlinear mapping.

The dynamical equation describes not only the relationship between the input and output but also the behavior inside a system under any initial condition, and hence it characterizes a system completely.

output models and state-space models.

Input-output model is much less expensive to develop, besides it is the only choice if no knowledge is available about the system except its input and output[3,11].

There are well established techniques for linear input-output model development, however, non-linear systems is not quit easy and depends on the type of non-linearity in the data. The task of system identification is to find suitable mappings, which can approximate the mappings implied in a dynamic system. When input-output data are used, the dynamic system is defined by function $f$ (transfer function) and integers m and n (order of the system).

## 2-1 Input-Output Description

The input-output description of a system gives a mathematical relation between the input and output of the system. In developing this description, the knowledge of the internal structure of a system may be assumed to be unavailable to us; the only access to the system is by means of the input and output terminals. Under this assumption, a system may be considered as a "black box" as shown in Figure (1). Clearly what we can do to a black box; is to apply all kinds of input and measure their corresponding outputs, and then try to abstract key properties of the system from these input-output pairs[3,11].

An input-output model assumed that the new system output can be predicted by the past inputs and outputs of the system. If the system is supposed to be deterministic, relaxed, time invariant, single input-single output (SISO), then the input-output model can be represented by[18].

$$y(k) = f(y(k-1),y(k-2),\ldots,y(k-n), u(k-1), u(k-2),\ldots,u(k-m)) \quad \ldots(1)$$

where u(k), y(k) represent the input-output pairs of the system at time k, n and m are the number of past output and the number of past inputs, $f$ is a nonlinear function which maps the past inputs and outputs to a new outputs, also called "transfer function". If a system is linear $f$ is a linear function, and equation (1) can be rewritten as:

algorithm[10,13]. Artificial neural networks possess several properties that make them particularly attractive for applications to modeling and control of complex nonlinear systems. Among these properties are their universal approximation ability, their parallel network structure and the availability of on and off-line learning methods for the inter-connection weights adaptation.

A neural network is capable of learning nonlinear input-output mapping based on historical database of the system, with out the need to predetermined the structure of it's dynamic equations (black-box modeling). The conventional identification theory has been proved to be efficient in modeling linear systems, however, it failed to formulate definite strategy to deal with nonlinear systems[4,5]. On the other hand networks have been proved to be efficient in identifying and controlling nonlinear systems[13,14]. The main advantages of neural networks over conventional identification methods include simplicity of implementation and good approximation methods.

In this paper we will present the theoretical background of the system identification problem, then mathematical formulation of the adaptation theory is presented. Also, we discuss the structure of neural network identifier, then experimental work of nonlinear system identification with results and conclusions based on implementing two different training algorithm are discussed.

## 2- System Identification

The identification theory is to determine the characteristics of a system so as to construct a mathematical model from given input and output sets. Mathematical models are the most useful in this field. To build a mathematical model of a system, one can use the physical laws that govern the systems behavior. Alternatively one can observe the signals produced by the system to known inputs and find a model that best produces the observed data. The former is called modeling, the later is called identification[11].

Identification is necessary when there is not sufficient information about the system for it to be accurately modeled. Systems can be described by two types of models, input-

# Nonlinear System Identification Using Neural Networks

Dr. Wasim A.K. Al-Hamdany
Department of Computer Science,
University of Technology,
Baghdad-Iraq.

Mahmood Khalel Ibrahim Al-Ubaidy
Department of Computer Science,
University of Technology,
Baghdad-Iraq.

**Abstract**

*Neural networks have a good potential for system identification and modeling due to it's capabilities in approximation of nonlinear functions and learning system characteristics through nonlinear mapping. In this paper we will discuss the theoretical background of system identification and adaptation theory. We present a MLFF neural network used for nonlinear system identification. Neural network structure and learning algorithms used in the experimental work also presented. Finally we discuss the results and the conclusion of the experimental work.*

## 1- Introduction

Since the last decade there has been a renewed growing interest of research in the area of artificial neural networks, motivated by new network paradigms, improved learning algorithms, and ever increasing computational capabilities. This has lead to the application of neural networks in divers areas such as; pattern recognition, speech processing, signal processing, system identification, and control engineering.

Artificial neural networks consist of many interconnected working in parallel, nonlinear processing units (neurons or nodes) arranged in layers. The strength of connection between neurons (weights) is adjusted during the training process using an appropriate learning

# Contents

## 1- English Section:


| Contents | Page No. |
|---|---|
| - Nonlinear System Identification Using Neural Networks<br>Dr. Wasim A.K. Al-Hamdany | 3 |
| - The Use of Polynomial Predictors in Image Coding<br>Dr. R.S. Naoum<br>Dr. Luay A. Jori<br>Farah Y. Hameed | 19 |
| - A Genetic Algorithm Approach for Solving Flow Shop Problem<br>Dr. R.S. Naoum<br>Dr. Hisham Al-Rawi<br>Buthynna F. Abid | 36 |


## 2- Arabic Section:


| المحتويات | رقم الصفحة |
|---|---|
| - أخلاقيات العمل في مجال تقانة المعلومات<br>د. هلال عبود نقي البهاني | ٥ |
| - منظومة للتحكم بوحدات للسيطرة موزعة على مساحة واسعة<br>فائز خليل عبدالاحد | ١٢ |
| - الارتباط بطريق المعلومات فائق السرعة<br>د. جبير جوامير الحديثي | ٢١ |

# COMPUTERS JOURNAL

Computers Refereed Scientific Journal

Vol. No. 37 | Issued By The National Computer Center Periodically

## Editorial Board of The Journal


| | |
|---|---|
| Chief: | Dr. Hilal A. Al-Bayatti |
| Director: | Mr. Faiz K. Abid Al-Abad |
| Members: | Prof. Akram Uthman |
| | Dr. Ahmed Maki M. Saeed |
| | Dr. Jubair J. Al-Hadithi |
| | Dr. Abbas Fadhil A. Kadder |
| | Dr. Hilal M. Yousif |
| | Dr. Ala H. Al-Hamami |
| | Dr. Riyadh Shaker Naoom |
| | Dr. Wasim A. Al-Hamadani |
| | Dr. Ali S. Sahan |



Correspondence:
Chief of Editorial Board,
Journal of Electronic Computers,
Ministry of Higher Education and
Scientific Research,
P.O.Box 3261, Sadoon-Baghdad-IRAQ

Annual Membership:
10000 I.D. for Gov. Establishments & individuals - inside Iraq.
25 U.S.D. for Gov. Establishments & individuals - outside Iraq.

Ministry of Higher Education & Scientific Research
National Computer Center

# COMPUTERS JOURNAL

Computers Refereed Scientific Journal

Vol. No. Thirty Seven 1420H - 2000A

| | | |
|---|---|---|
| 37/2000 | Computers Journal | Issued By The National Computer Center Periodically |

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ٣٠٤ لسنة ١٩٧٧