العنوان:	Assessment of Gas Pipleines Welds _ Welded by Shielding Metal Arc Welding Using Computer Vision Techniques
المؤلف الرئيسي:	Soliman, Hani Ibrahem Shafeek
مؤلفين آخرين:	Abed Alshafey, A. A.، Gad Almawla, E. S.، El Ewa, Ibrahim Mohamed(Super.)
التاريخ الميلادي:	2004
موقع:	المنصورة
الصفحات:	1 - 198
رقم MD:	537435
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	English
الدرجة العلمية:	رسالة دكتوراه
الجامعة:	جامعة المنصورة
الكلية:	كلية الهندسة
الدولة:	مصر
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	هندسة التصميم الميكانيكي، القوس الكهربي، لحام أنابيب الغاز، التكنولوجيا الصناعية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/537435

تقييم أنابيب الغاز الملحومة بالقوس الكهربي
باستخدام الرؤية بالحاسب

تعتبر الجودة هدفا من الأهداف الرئيسية لميكنة الصناعة، لذلك فقد أصبحت أنظمة الفحص الآلي جزءا رئيسيا من خطوط الإنتاج. وتزداد الحاجة إلى استخدام نظم الفحص الآلي لأن الفحص باستخدام العامل البشري لا يؤدي إلى نتائج ثابتة، بالإضافة إلى الأخطاء الناتجة من العنصر البشري. ونظرا للتطور الحديث في أساليب معالجة الصور الرقمية فقد أصبحت أجهزة الفحص الآلي تستخدم بكثرة في مصانع الإنتاج. ومن ناحية أخرى فان التطور السريع في تكنولوجيا الإنتاج أصبح يتطلب استحداث أنظمة فحص آلي جديدة تتميز بالدقة العالية والكفاءة.

وتعتبر خطوط الأنابيب المستخدمة لنقل الغاز والزيت الخام لمسافات طويلة أفضل وسيلة من ناحية الأمان ومن الناحية الاقتصادية. لذلك فان فحص لحامات هذه الأنابيب يشغل حيزا هاما في مجال الاختبارات غير الاتلافية. وعلى مدى الخمسين سنة الماضية، تعتبر الاختبارات بواسطة أفلام التصوير الإشعاعي حجر الزاوية بالنسبة للاختبارات غير الاتلافية. وتُعتبر أفلام التصوير الإشعاعي أكثر الطرق استخداما مقارنة بالطرق الأخرى، وتُستخدم في كل الدول والأقطار وكافة المواقع. ويتم فحص عيوب اللحام من خلال هذه الأفلام بواسطة الخبراء والمتخصصين، إلا أن عملية قراءة وتفسير الخبراء للأفلام مهمة شاقة وعسيرة، وخاصة عند فحص عدد كبير من الأفلام التي يتم تصويرها لخطوط الأنابيب المنشأة على مسافات طويلة.

ومن المعروف أن كثيرا من الخبراء لا يكون لهم نفس الرأي عند قراءة نفس الفيلم. وكذلك فإن نفس الخبير ربما يكون له رأى في أول اليوم يختلف عنه في آخره. لذلك فإن استخدام أنظمة الفحص الآلي أصبح ضروريا، لأن هذه الأنظمة لا تعتمد في اتخاذ قرارها على عوامل شخصية. وفي نفس الوقت فإن قدرة الخبير على اكتشاف العيوب الصغيرة لاتصل إلى قدرة برامج الفحص الآلي على اكتشاف هذه العيوب.

وتهدف هذه الرسالة إلى بناء نظام للفحص الآلي للتعرف على عيوب اللحام في الأنابيب الملحومة بالقوس الكهربي من خلال أفلام التصوير الإشعاعي، وذلك باستخدام كل من تقنية الرؤية بالحاسب الآلي ونظم الخبرة. ولإنجاز هذا العمل تم الآتي:

١- دراسة الأبحاث الحالية والسابقة في مجال الاختبارات غير الاتلافية، وتطبيقات أنظمة الفحـص الآلي، ومعالجة الصور. كما تمت دراسة مستفيضة للمراحل الرئيسية لنظم الرؤية بالحاسب.

٢- تحديـد وتعـريف الأنواع المختلفة والشهيرة لعيوب اللحام، وتحديد أشكالها وأسباب ظهورها واختبارها طبقا للعديد من المواصفات القياسية العالمية.

٣- دراسة الخوارزميات اللازمة للتعرف على عيوب اللحام في ثلاثة مراحل مختلفة هي (اكتشـاف العيوب - تحديد شكلها - توصيفها). وقد تم تقديم خوارزمي جديد خاص بمعالجة الصور وتسهيل عملية التعرف على عيوب اللحام.

٤- تقسيم العيوب الشهيرة وتعريفها للحاسب من خلال المعلومات التي تم الحصول عليها من الخبراء في مجال التفتيش على اللحام وبعض المواصفات القياسية العالمية.

٥- بناء نظام متكامل يهدف إلى تصنيف العيوب التي يتم التعرف عليها، ومن ثم قبولها أو رفضـها. ويـتم ذلك باستخدام قواعد تصنيف إحصائية وتركيبية، وبعض القواعد الأخرى، بناءا على المواصفات القياسية العالمية للتصنيف النهائي للعيوب.

٦- تـم تقديم خوارزمي جديد لتصنيف العيوب أتوماتيكيا تبعا لنوع العيب، والعامل القائم بالعمل، والفترة الزمنية التي تم فيها اللحام.

ويمكن تقسيم نظام الفحص الآلي المقترح إلى قسمين هما:

١- الأدوات (Hardware): وتشـمل جهاز حاسب آلي متوافق مع أجهزة (IBM)، ومثبت عليه أحد أنظمة التشغيل ويندوز، وكاميرا رقمية حساسة، وكارت لالتقاط صور أفلام اللحـام (Frame Grabber)، ونظـام إضـاءة خلفـي (Back lighting system) طبقا لتوصيات معهد البترول الأمريكي (API).

٢- البرنامج المقترح: وقد تم كتابته بأحد لغات البرمجة الحديثة، وهي لغة (Visual C++) وتم تسمية البرنامج باسم (AutoWDI)، وهو اختصار للجملة:

Automatic Welding Defects Inspection.

ويوفــر نظــام الفحص الآلي المقترح نفس مميزات النظام التقليدي، بالإضافة إلى الدقة العالية، واختصار الوقت، وعدم ضياع تفاصيل الأفلام حيث يتم حفظها على وسائط التخزين الخاصـــة بالحاسب، وكذلك عدم الحاجة للخبراء لقراءة الأفلام. ويعتبر النظام المقترح وسيلة اقتصادية بالمقارنة بطرق الفحص الآلي الأوتوماتيكية التجارية. كما يعتبر التصنيف الآلي – تبعا لنوع العيب والفني القائم بعملية اللحام وفترة اللحام –من أهم مميزات نظام الفحص الآلي المقتـــرح. ومـــن ثم فإن النظام المقترح يمثل حلا جيدا لفحص عيوب اللحام من خلال أفلام التصوير الإشعاعي.

وقد تم تقسيم هذه الرسالة إلى ستة فصول وثلاثة ملاحق كما يلي:

- **الفصــل الأول:** يقــدم ملخصـــا للأبحـــاث السابقة والحالية في مجال الاختبارات غير الاتلافـــية، كمـــا يقدم وصفا تفصيليا لأهم أنظمة الفحص الآلي الحديثة ومميزات كل منها.
- **الفصــل الثانــي:** يقدم هذا الفصل شرحا للمكونات الرئيسية لأنظمة الرؤية بالحاسب الآلي.
- **الفصل الثالث:** يقدم هذا الفصل شرحا للأنواع المختلفة لعيوب اللحام الموجودة في لحام أنابـــيب الغاز والبترول الملحومة بالقوس الكهربي، وكذلك وصفا دقيقا لأشـــكال هذه العيوب في أفلام الأشعة التصويرية المستخدمة في فحص واختبار هذه العيوب. وكذلك يقدم حدود القبول والرفض تبعا لسبعة من المواصفات القياسية العالمية(API 1104, ASME, DIN, BS, ABS, AWS, and JIS). ويحتوى الملحق (أ) على المواصفات القياسية العالمية المستخدمة.
- **الفصــل الــرابع :** يقــدم هذا الفصل المنهج العلمي المتبع وخوارزميات البرمجة التي استخدمت لتقديم البرنامج المقترح.
- **الفصــل الخامس:** يقدم هذا الفصل المواصفات الفنية للأدوات المستخدمة لتكوين نظام الرؤية بالحاسب الآلي المقدم، مثل المواصفات الفنية للحاسب المطلوب، والكاميرا الرقمية، وكارت التقاط الصور. ويقدم هذا الفصل أيضا بعض الاختـــبارات العملـــية التي استخدمت لاختبار النظام المقترح باستخدام عيـــنات قياســـية مـــن الأفـــلام من شركة (AGFA) العالمية، و شركة المشروعات البترولية والاستشارات الفنية (إحدى شركات الهيئة العامة للبتـــرول بالقاهرة). ويحتوى الملحق (ب) على كتيب التشغيل للبرنامج المقترح.

- **الفصـــل السادس:** يقدم هذا الفصل ملخصا لهذا البحث، كما يقدم التوصيات المقترحة للأبحـــاث التـــي يمكن استكمالها في المستقبل والمميزات التي يوفرها النظام المقترح.

- **الملحق أ** : يوضح دليل استخدام برنامج (AutoWDI) المقترح.
- **الملحق ب:** يوضح المواصفات العالمية القياسية المستخدمة لقياس عيوب اللحام.
- **الملحق ج:** يوضح بعض التقارير التي يمكن الحصول عليها من البرنامج.

ABSTRACT

Quality is becoming one of the main automation objectives of industry. As a result, automated inspection systems have become an essential part of production lines. Automatic inspection is desirable because human inspectors are not always consistent evaluators of products. Due to recent developments in digital image processing, automated visual inspection is being extensively applied. On the other hand, the rapid development in production technology now requires the development of new accurate and efficient automated inspection systems.

Pipelines are considered the safest and most economic way of transporting gas or liquids over long distances. Weld inspection of oil and gas pipelines has always been one of the most important areas of non destructive testing (NDT). The film radiography method has been the cornerstone of NDT for the last 50 years. It is the most widely used method and the technique with which other methods are compared. Industrial radiography is carried out in every country, in every region and in all locations.

Although weld inspection of oil and gas pipelines is dependent on experts in inspection and decision making, the great number of control images, which has to be taken over very long distances, makes the detection of defects in pipelines difficult. The most difficult problem in the inspection cycle is the accurate detection of flaws in a given radiographic image. The human interpretation of radiographic films is a hard and difficult task when a great number of defects are to be counted and inspected. It is known that several experts do not have the same opinion on a given film, and even the same expert might have a different report at the beginning or the end of the workday. In addition, the ability of an expert to detect very small defects is not quite good, and difficult to reach to an automatic inspection system.

On the other hand, automatic inspection systems are more reliable because their decisions are not dependent on subjective factors, so these systems seem to provide good solutions for production inspection.

In this work, a new automated visual inspection system (using vision and expert systems) for defects identification in pipelines welded by shielded metal arc welding is developed. The recognition method is based on an identification tree, whose inputs are features and outputs are defect types. The knowledge gathered from radiographic expertise and different codes from international standards are used to build the recognition methodology. In addition to the advantages of the traditional radiography, the developed system offers many advantages such as giving more accurate results, eliminating any loss of image details due to film deterioration and eliminating the need for image interpretation by a skilled inspector. It is quite often economical in operation compared with commercial radiographic image enhancement systems. One of the great advantages of developed automated inspection system is that defect rates can be automatically classified according to the defect type, welder and welding date.

A review of the previous researches in the field of NDT, automatic inspection systems and image processing applications are introduced. A background on the main elements of the computer vision system is also introduced. In addition, the pipeline welding defects are identified and described. The acceptance limits according to specific codes are also introduced.

Many algorithms are used to build the developed system, so a novel algorithm for image enhancement and recognition welding defects is presented. Many image enhancement techniques are implemented such as gray level histogram, histogram equalization, histogram specification, noise reduction using filters, and feature extraction using boundary chain code BCC algorithm.

The defect recognition procedure consists of three steps: defect detection, feature extraction and recognition. An expert system is built to perform this task. It consists of two stages: the first stage is used to classify the defects into one of predefined defect groups. In the second stage, a set of classifiers (one classifier for each group of defects) that use statistical and structural rules are implemented for the final classification of the defects. The developed system supports most of the international standard codes (API 1104, ASME, DIN, BS, ABS, AWS, and JIS) for the acceptance criteria of weld defects. In addition, any new code can be defined easily to the system through a user friendly dialog box. An algorithm is proposed for automatic classification of defect rates according to defect type, welder and welding date.

The developed vision system is divided into two main parts, hardware and software. The hardware includes an IBM compatible personal computer with windows operating system, frame grabber as a capturing board and CCD (Charged Couple Device) camera. The software is developed totally in house to apply necessary image processing and computer vision algorithms to capture images and classify the defects automatically. The package is developed such that it can be used independently without referring to any other software. The developed software is written using Microsoft Visual C++ version 6.0 and it could run under any windows operating system. The suggested name for this software is *AutoWDI* (Automatic Welding Defects Inspection).

The proposed vision system offers the following capabilities:

1. It is capable of detecting and classifying most of weld flaws (11 types) in a given radiographic image.
2. In addition to the advantages of the traditional radiography, it saves time and eliminates the need for image interpretation by a skilled inspector.
3. It eliminates any loss of image details due to film deterioration by transferring the image to more stable storage media.

4. It supports most of the International standard codes (API 1104, ASME, DIN, BS, ABS, AWS and JIS) to classify the defects and to take the acceptance decision.

5. The defect rates can be automatically classified according to the defect type, welder and welding date.

This thesis is divided into six chapters and three appendixes as follows:

Chapter 1: Introduces a literature review of the previous researches in the field of RT, vision system applications, automated inspection systems and image processing applications.

Chapter 2: This chapter explains a background on vision systems.

Chapter 3: This chapter covers the general discontinuities in pipeline welding. The illustrations are very valuable on the job site for assisting film interpreters in describing discontinuities on radiographs, identification, acceptance limits for specific code. The codes are explained in appendix (B).

Chapter 4: This chapter introduces the methodology and the main programming algorithms used to build up the *AutoWDI* package. The output pout reports from the developed system in appendix (c).

Chapter 5: This chapter illustrates the hardware setup for developed vision system and introduces the technical specifications for each hardware component such as PC, the frame grabber, and the CCD camera. It also discusses the results to verify the capability and the validation of the developed vision system. The user's manual of this package is fully explained in appendix (A).

Chapter 6: This chapter introduces the conclusions of the work and the recommendations for further researches.

العنوان:	Assessment of Gas Pipleines Welds _ Welded by Shielding Metal Arc Welding Using Computer Vision Techniques
المؤلف الرئيسي:	Soliman, Hani Ibrahem Shafeek
مؤلفين آخرين:	Abed Alshafey, A. A.، Gad Almawla, E. S.، El Ewa, Ibrahim Mohamed(Super.)
التاريخ الميلادي:	2004
موقع:	المنصورة
الصفحات:	1 - 198
رقم MD:	537435
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	English
الدرجة العلمية:	رسالة دكتوراه
الجامعة:	جامعة المنصورة
الكلية:	كلية الهندسة
الدولة:	مصر
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	هندسة التصميم الميكانيكي، القوس الكهربي، لحام أنابيب الغاز، التكنولوجيا الصناعية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/537435

Table of Contents

العنوان:	Assessment of Gas Pipleines Welds _ Welded by Shielding Metal Arc Welding Using Computer Vision Techniques
المؤلف الرئيسي:	Soliman, Hani Ibrahem Shafeek
مؤلفين آخرين:	Abed Alshafey, A. A.، Gad Almawla, E. S.، El Ewa, Ibrahim Mohamed(Super.)
التاريخ الميلادي:	2004
موقع:	المنصورة
الصفحات:	1 - 198
رقم MD:	537435
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	English
الدرجة العلمية:	رسالة دكتوراه
الجامعة:	جامعة المنصورة
الكلية:	كلية الهندسة
الدولة:	مصر
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	هندسة التصميم الميكانيكي، القوس الكهربي، لحام أنابيب الغاز، التكنولوجيا الصناعية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/537435

Mansoura University
Faculty of Engineering
Prod. Engineering and Mech. Design Dept.

Assessment of Gas Pipelines Welds -Welded by shielding Metal Arc welding- Using Computer Vision Techniques

A Thesis Submitted to

Mansoura University

For the Degree of

Doctor of Philosophy

In Industrial Engineering

By

Eng. Hani Ibrahem Shafeek Soliman

Assistant Lecturer in the Mechanical Engineering Department
Higher Technological Institute Ramadan Tenth City

Supervisors

Prof. I.M. Elewa

Mansoura University - Faculty of Engineering
Production Engineering and Mechanical
Design Department

Ass. Prof A. A. Abedel-Shafey

Mansoura University - Faculty of Engineering
Production Engineering and Mechanical
Design Department

Dr. E. S. Gadelmawla

Mansoura University- Faculty of Engineering
Production Engineering and Mechanical
Design Department

2004

Supervisors

Researcher Name: Hani Ibrahem Shafeek Soliman

Title of Thesis: Assessment of gas pipelines welds -welded by shielded metal arc welding- using computer vision techniques

	Name	Position
1	Prof. Ibrahim Mohamed Elewa	Mansoura University, Faculty of Engineering. Production Engineering and Mechanical Design Department.
2	Ass. Prof. Ahmed A. Abedel Shafey	Mansoura University, Faculty of Engineering Production Engineering and Mechanical Design Department.
3	Dr. Elamir Samy Gadelmawla	Mansoura University, Faculty of Engineering Production Engineering and Mechanical Design Department.

SIGNATURES

	Name	Signature
1	Prof. Ibrahim Mohamed Elewa	
2	Ass. Prof Ahmed A. Abedel Shafey	
3	Dr. Elamir Samy Gadelmawla	

EXAMINATION COMMITTEE

Researcher Name: Hani Ibrahem Shafeek Soliman

Title of Thesis: Assessment of gas pipelines welds -welded by shielded metal arc welding- using computer vision techniques

No.	Name	Position
1	Prof. Monir Mohamed Koura	Ain Shams University, Faculty of Engineering Design and Production Engineering Department.
2	Prof. Mohamed Nasr Shabarah	Mansoura University, Faculty of Engineering Design and Production Engineering Department.
3	Prof. Ibrahim Mohamed Elewa	Mansoura University, Faculty of Engineering. Design and Production Engineering Department.
4	Ass. Prof Ahmed A. Abedel Shafey	Mansoura University, Faculty of Engineering Design and Production Engineering Department.

SIGNATURES

NO.	Name	Signature
1	Prof. Monir Mohamed Koura	
2	Prof. Mohamed Nasr Shabarah	
3	Prof. Ibrahim Mohamed Elewa	
4	Ass. Prof Ahmed A. Abedel Shafey	

Acknowledgement

All praise belongs to Allah. It is by Allah blessings that all noble actions are accomplished.

The author would like to express his gratitude to Prof. Dr. I. M. Elewa for his great support, advice, revising the thesis and for his long patience with me.

The author wishes to express his gratitude to Ass. Prof. Dr. A. A. Abdel Shafey for his constructive review of this work, supervision and encouragement.

Deep gratitude is to Dr. E. S. Gadelmawla, for his valuable suggestions, encouragement, and detailed examination of the early versions of the thesis. His constant guidance and boundless help at every step of the research is highly appreciated.

Deep thanks and gratitude are to my parents, especially my father who taught me to always rely on Allah and to put all trust in Allah.

Heart gratitude is to my wife, Dr. Ragaa El said and my daughters Alaa, Abrar and Ethar, whose support and encouragement massively contributed to boast up my spirit.

Eng.

Hani Ibrahem Shafeek

Table of Contents

ABBREVIATION

ABS	American Bureau Shipping
ADC	Analogue-to-Digital Converter
API	American Petroleum Institute
ASME	American Standard of Mechanical Engineering
AVI	Automatic Vision Inspection
AWS	American Welding Society
BS	British Standard
BT	Burn Through
CR	Computed Radiography
CT	Computed Tomography
DAC	Digital-to-Analogue Converter
DIN	Deutsch International Norm
DWT	Discrete Wavelet Transform
E	Elongated Shape
FCR	False Call Rate
FFT	Fast Fourier Transform
HB	Hollow Bead
I	Irregular Shape
IF	Incomplete Fusion of Root Pass
IP	Inadequate Penetration Without High-Low

IPD	Inadequate Penetration Due to High-Low
IU	Internal Undercut
JIS	Japanese Industrial Standard
L	Large
LUT	Lookup Table
NDT	Non Destructive Testing
PWB	Printed Wiring Board
R	Round Shape
RC	Root Concavity
ROIs	Regions of Interest
RT	Radiographic Test
SMAW	Shielded Metal Arc Welding
SP	Surface Porosity
TOFD	Time Of Flight Diffraction

NOMENCLATURE

IW	Inside Weld
A_{min}	The Area of the Minimum Enclosing Rectangle
A_r	The Area of Region
CW	Center of Weld
EW	Edge of Weld
h	The Height of Defect
La	Aggregate Length
Li	The Length of an Individual Indication of Defect
L_w	The Length of Weld
M_{ij}	Center of Mass Where i and j Nonnegative Integers.
M_{oo}	Center of Mass Where Substitute 0 for i and 0 for j
P	Perimeter
R_i	Rectangularity Measure
Ug	Geometric Unsharpened
U_i	Inherent Unsharpened
W	The Width of Defect
X_{max}	Coordinate of the Lower Right Pixel
X_{min}	Coordinate of the Upper Left Pixel
Y_{max}	Coordinate of the Lower Right Pixel
Y_{min}	Coordinate of the Upper Left Pixel

List of Figures

List of Tables

ABSTRACT

Quality is becoming one of the main automation objectives of industry. As a result, automated inspection systems have become an essential part of production lines. Automatic inspection is desirable because human inspectors are not always consistent evaluators of products. Due to recent developments in digital image processing, automated visual inspection is being extensively applied. On the other hand, the rapid development in production technology now requires the development of new accurate and efficient automated inspection systems.

Pipelines are considered the safest and most economic way of transporting gas or liquids over long distances. Weld inspection of oil and gas pipelines has always been one of the most important areas of non destructive testing (NDT). The film radiography method has been the cornerstone of NDT for the last 50 years. It is the most widely used method and the technique with which other methods are compared. Industrial radiography is carried out in every country, in every region and in all locations.

Although weld inspection of oil and gas pipelines is dependent on experts in inspection and decision making, the great number of control images, which has to be taken over very long distances, makes the detection of defects in pipelines difficult. The most difficult problem in the inspection cycle is the accurate detection of flaws in a given radiographic image. The human interpretation of radiographic films is a hard and difficult task when a great number of defects are to be counted and inspected. It is known that several experts do not have the same opinion on a given film, and even the same expert might have a different report at the beginning or the end of the workday. In addition, the ability of an expert to detect very small defects is not quite good, and difficult to reach to an automatic inspection system.

العنوان:	Assessment of Gas Pipleines Welds _ Welded by Shielding Metal Arc Welding Using Computer Vision Techniques
المؤلف الرئيسي:	Soliman, Hani Ibrahem Shafeek
مؤلفين آخرين:	Abed Alshafey, A. A.، Gad Almawla, E. S.، El Ewa, Ibrahim Mohamed(Super.)
التاريخ الميلادي:	2004
موقع:	المنصورة
الصفحات:	1 - 198
رقم MD:	537435
نوع المحتوى:	رسائل جامعية
اللغة:	English
الدرجة العلمية:	رسالة دكتوراه
الجامعة:	جامعة المنصورة
الكلية:	كلية الهندسة
الدولة:	مصر
قواعد المعلومات:	Dissertations
مواضيع:	هندسة التصميم الميكانيكي، القوس الكهربي، لحام أنابيب الغاز، التكنولوجيا الصناعية
رابط:	https://search.mandumah.com/Record/537435

جامعة المنصورة
كلية الهندسة
قسم هندسة الإنتاج والتصميم الميكانيكي

تقييم لحامات أنابيب الغاز الملحومة بالقوس الكهربي باستخدام أساليب الرؤية بالحاسب

رسالة مقدمة من

المهندس/هانى إبراهيم شفيق سليمان

مدرس مساعد بقسم الهندسة الميكانيكية
بالمعهد التكنولوجي العالي بمدينة العاشر من رمضان

كجزء من المتطلبات للحصول على

درجة الدكتوراه

فى الهندسة الصناعية

الإشراف

أ.د./ إبراهيم محمد عليوة
أستاذ بقسم هندسة الإنتاج والتصميم الميكانيكي
كلية الهندسة – جامعة المنصورة

أ.م.د. / أحمد عبد الحميد عبد الشافي
أستاذ مساعد بقسم هندسة الإنتاج والتصميم الميكانيكي
كلية الهندسة – جامعة المنصورة

د. / الأمير سامي جاد المولى
مدرس بقسم هندسة الإنتاج والتصميم الميكانيكي
كلية الهندسة – جامعة المنصورة

٢٠٠٤

Mansoura University

Faculty of Engineering

Prod. Engineering and Mech. Design Dept.

Assessment of Gas Pipelines Welds -Welded by shielding Metal Arc welding- Using Computer Vision Techniques

A Thesis Submitted to

Mansoura University

For the Degree of

Doctor of Philosophy

In Industrial Engineering

By

Eng. Hani Ibrahem Shafeek Soliman

Assistant Lecturer in the Mechanical Engineering Department
Higher Technological Institute Ramadan Tenth City

Supervisors

Prof. I.M. Elewa

Mansoura University - Faculty of Engineering
Production Engineering and Mechanical
Design Department

Ass. Prof A. A. Abedel-Shafey

Mansoura University - Faculty of Engineering
Production Engineering and Mechanical
Design Department

Dr. E. S. Gadelmawla

Mansoura University- Faculty of Engineering
Production Engineering and Mechanical
Design Department

2004