بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالي:

﴿ ... جُفَآءً وَأَمَّا مَا يَنفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الأَرض﴾

صدق الله العظيم

الرعد ١٧

# DEDICATION

To

My dear mother and sprit of my dear father

My brothers and my sisters

My Wife

Light of my eyes, my kids Mohanned and Mahmoud

My Large Family

And my friends

# ACKNOWLEDGEMENT

Many thanks to all who contributed in the completion of this work, and especially thanks to:

- My Supervisors Dr. Faiz M. B. Elshfee and Dr. Mubarak M. A. El-mahal, to give me their time, support, and assistance until the end of the project.
- My boss Eng. Hassan Mutasim who gave me psychological bush to go forward.

And to my colleagues:

- Images processing Engineering's Hassan El-paserie who gave me his time and technical support for completion of image processing software.
- Mechanical engineering's Rahamt-Allah Bashier to assist me in design and follows-up the manufacturing process of the mechanical case.

# ABSTRACT

The ability of thermal cameras to produce a crisp image even in total darkness and to measure objects temperature by special calibration in a non-contact mode makes them extremely suitable for a wide variety of applications. The objective of this thesis is to design high performance, simple structure, and low cost IR optical system (IR lenses) to work compatible with IR113 thermal detector module in order to obtain high quality thermal images, followed by thermal images processing software to build thermographic camera suitable for many civilian applications (early detection of breast cancer as medical application).

ZEMAX optical design program was used to design, optimize, and meet the targeted criterion (lower MTF value at cutoff frequency = 0.583348, and maximum value of spot diameter = 8.805μm) of an IR optical system which consists of 3 germanium lens with one aspheric surface, and it was characterized by diameter of 40mm, length of 58.5mm, and weight of 70g. The manufacturing of this optical system was done in company specializing in production of IR optical systems at reasonable cost.

6061 aluminum alloy was used to manufacture special mechanical case to assemble (carry and align) the optical system with thermal detector module and build handheld thermal camera. This camera (IR optical system+ thermal detector module) was tested in field by taken several thermal images.

MATLAB computer software was used to create PC thermal image processing software to convert the thermal gray images to flash color images and read the object temperature from its image. The thermographic camera was tested by read temperature of objects from its images and compared them with known in advance temperatures and we get acceptable results.

# المستخلص

قابلية الكاميرات الحرارية لإنتاج صور واضحة حتي فى الظلام الدامس و لقياس درجة حرارة الاجسام بمعايرة خاصة فى وضع عدم الاتصال يجعلها مناسبة للغاية لعدد كبير من التطبيقات. اغراض هذا البحث هي تصميم نظام بصري (عدسات) للاشعة تحت الحمراء عالي الاداء، بسيط البنية، ومنخفض التكلفة ليعمل متوافقاً مع وحدة الكاشف الحرارى IR113 وذلك للحصول على صور حرارية عالية الجودة متبوعاً ببرنامج لمعالجة الصور الحرارية من اجل بناء كاميرا رسم حرارى ملونة (thermographic camera) مناسبة لكثير من التطبيقات المدنية.

برنامج التصميم البصري ZEMAX تم إستخدامة لتصميم وتحسين و تلبية المعايير المستهدفة (اقل قيمة لدالة نقل التضمين MTF عند تردد القطع = 0.583348 و اقصى قيمة لقطر البقعة = 8.805 ميكرومتر)لنظام الاشعة تحت الحمراء البصري المُكوَن من ثلاثة عدسات جرمانيوم مع سطح واحد شبة كروى (aspheric surface)، والذي يتميز بقطر 40 ملم و طول 58.5 ملم و وزن 70 جرام. تم تصنيع هذا النظام البصري فى شركة متخصصة في انتاج هذا النوع من الانظمة البصرية بتكلفة معقولة.

سبيكة الالمونيوم 6061إستُخدمت لتصنيع هيكل ميكانيكى خاص لتجميع (حمل و محاذاة) النظام البصرى مع وحدة الكاشف الحراري وبناء كاميرا حرارية محمولةيدوياً . هذة الكاميرا (نظام الاشعة تحت الحمراء البصري+ وحدة الكاشف الحراري)ُختبُرت ميدانياً بِاخذ عُدة صور حرارية.

برنامج MATLAB تم إستخدامة لإنشاء برنامج حاسوبي لمُعالجة الصور الحرارية لتحويل الصور الحرارية الرمادية لصور حرارية ملونة وقراءة درجة حرارة الجسم من صورتة. تم إختبار كاميرا الرسم الحرارية بقراءة درجة حرارة الاجسام من صورها الحرارية و مقارنتها بدرجات حرارةمعلومة سلفاً و تحصلنا علي نتائج مقبولة.

# TABLE OF CONTENTS

# LIST OF FIGUERS

# LIST OF TABLES

# LIST OF ABBREVIATIONS

| Objective Name | Description |
|---|---|
| PC | Personal Computer |
| MTF | Modulation Transfer Function |
| FPA | Focal Plan Array |
| CCD | Charge Coupled Device |
| LLL TV | Low Light Level Television |
| MWIR | Medium Wave Infrared |
| LWIR | Long Wave Infrared |
| ADD | Airy Disk Diameter |
| FOV | Field Of View |
| WFOV | Wide Field Of View |
| TOTR | Total Track |
| EFFL | Effective Focal Length |
| HDD | Horizontal Detector Dimension |
| VDD | Vertical Detector Dimension |
| HFOV | Horizontal Field Of View |
| VFOV | Vertical Field Of View |
| MRTD | Minimum Resolvable Temperature Difference |
| NETD | Noise Equivalent Temperature Difference |
| RMS | Root Mean Square |