

**University of Mosul
College of Engineering**



**Design and Implementation of a Sensing
Unit for Tactile Vision Aid**

Mazin Hashim

**Doctor of Philosophy Thesis in
Electrical Engineering /Solid State (Microelectronics)**

Supervised By

Asst. Prof. Dr. Loqman Safar Ali

And

Asst. Prof. Dr. Saad Daoud Sulaiman Al-Shamma

2019 A.D

1440 A.H

Abstract

Visual impairments and blindness are one of the urging problems affecting the daily lives of millions of individuals all over the world. Research have introduced two main solutions: the first is an electronic retina implant using surgical operation. The second is the nonsurgical Visual Sensory Substitution (VSS) approach. It is based on two things: the retina loss is not really a loss of seeing; and the gift of the neuroplasticity which induces new paths in the brain. It was found that vision loss promotes the brain to share some of the audible and tactile information with the visual cortex for processing, which means seeing it. Therefore, sighting regain can be achieved by training the brain to accept tactile or audible data as visual data.

In light of these affairs, this thesis has two general aims. The first aim is to investigate some ways that lead to the integration of an all-in-one Tactile Visual Sensory Substitution (TVSS) device. This was analyzed using two approaches. The first approach proposes the use of a low-resolution image sensor to meet the requirements of the tactile displays with minimum image processing, and it was verified by implementing a TVSS using the image sensor of the personal computer optical mouse. The second approach presents the design and simulation of a smart CMOS Image Sensor (CIS) which has been designed with a built-in edge detection circuitry, embedded inside the image sensor. Circuit level simulation was performed using LTSPICE, while functional simulation was done in MATLAB. A third simulation which is fast, image-to-image, and based on the SPICE model using MATLAB was also applied.

The second aim especially pointed for the Muslim community, is to make use of the TVSS trend in developing a way that serves as an alternative to the Braille reading of the Holy Quran. A TVSS system was implemented, which captures images from an ordinary paper edition of AL-Mushaf and converts it to tactile patterns in real time. The images are captured using a handheld scanner that is passed over AL-Mushaf page, by the user's hand, and transfers them to the PC to be processed. The tactile images of the text were divided into two parts; the word's grapheme after thinning, and the synthetic replacements of the diacritics. The research contribution is the presentation of a novel way, for the blind persons by using a TVSS system, to read the Holy Quran from AL-Mushaf in its original form including all of the reciting rules without the need to the translation to Braille codes.

Acknowledgments

First, Praise be to Allah, Lord of the Worlds. The Most Gracious, the Most Merciful, and prayer and peace be upon his generous Prophet. Then, great gratitude goes out to my dearest father (May Allah be merciful to him) and my beloved mother (May Allah protect and save here) for their blessings and support.

Great thanks and prayers of mercy from the heart are extended to the soul of my first supervisor, dearly departed, the Assist. Prof. Dr. Loqman Safar (May Allah be merciful to him) for his honest advice and encouragement at the first year of the research.

Thanks are connected to the Assist. Prof. Dr. Saad Al-Shamma, my supervisor, for his endless support and valuable comments from the first day of my research. His great interest encouraged, motivated, and always kept me progressing.

Special thanks go to the “Head of the Department of Electrical Engineering”. His encouragement and support extend far beyond this work. I would also like to thank the staff of the Department for their corporation with me at different stages of preparing the work.

Head and staff of the department of computer engineering, my wonderful friends and colleagues deserve much appreciation and respect for their endless support.

I also express my special thanks to Prof. Dr. Jassim M. Abdul-Jabbar, Prof. Dr. Ali Aziz Ali, and Prof. Dr. Qutaiba I. Ali for their valuable assistance and support.

Finally, I am very grateful to my family who suffered a lot to support me along the study and research period and thesis preparation.

الخلاصة

يعد ضعف البصر وفقدانه من المشكلات الملحة والمتزايدة التي تؤثر في الحياة اليومية لملايين الأفراد في جميع أنحاء العالم. إنه تحد كبير لا يواجه أطباء العيون فحسب ، بل أيضا العلماء والباحثين والمهندسين تزامنا مع التقدم السريع في الاتجاهات التكنولوجية الجديدة. ولقد قدمت البحوث حلين رئيسيين: الأول هو زراعة شبكية إلكترونية للعين باستخدام العملية الجراحية. والثاني هو استخدام الإحلال البصري الحسي غير الجراحي (VSS). وهو مبني على أمرين. أولهما أن فقدان الشبكية لايعني فقدان القدرة على الإبصار. وثانيهما نعمة المرونة العصبية التي تعمل على تحفيز مسارات جديدة في الدماغ. وقد وجد أن فقدان البصر يشجع الدماغ على مشاركة بعض المعلومات السمعية والمسية مع القشرة البصرية لغرض المعالجة ، مما يعني رؤية صورها. لذلك يمكن استعادة الإبصار ولو جزئيا من خلال تدريب الدماغ على قبول البيانات الملموسة أو المسموعة على أنها بيانات صورية. لذا فإن نظام VSS هو نظام يعوض فقدان الرؤية من خلال اللمس أو السمع .

في ضوء هذه الأمور ، فقد كان لهذه الرسالة لها هدفان رئيسيان. الهدف الأول هو البحث في بعض الطرق التي تؤدي إلى التوصل لتصميم وتنفيذ جهاز مدمج متكامل لتعويض فقدان البصر عن طريق حاسة اللمس (TVSS). وقد تم العمل على هذا باستخدام نهجين. إقترح النهج الأول استخدام مستشعر صور منخفض الدقة للوفاء بمتطلبات شاشات اللمس بالحد الأدنى من المعالجة الصورية ، وتم التحقق من ذلك من خلال تنفيذ نظام TVSS باستخدام مستشعر الصورة الخاص بوحدة الماوس الضوئي للكمبيوتر الشخصي. أما النهج الثاني فقد عرض تصميم ومحاكاة مستشعر صورة من النوع CMOS (CIS) والذي تم تصميمه مع دائرة كشف حافة الصور مدمجة داخل مستشعر الصورة. تم تنفيذ المحاكاة على مستوى الدوائر الإلكترونية باستخدام برنامج التصاميم LTSPICE ، في حين تم إجراء المحاكاة الوظيفية في بيئة MATLAB . وكما تم تطبيق محاكاة ثالثة ، سريعة ، بأسلوب صورة إلى صورة ، واستنادا إلى نموذج SPICE للدوائر الإلكترونية لمستشعر الصورة باستخدام MATLAB.

أما الهدف الثاني ، وهو موجه بشكل خاص لمجتمعات المسلمين ، فهو الاستفادة من أسلوب تعويض فقدان البصر من خلال حاسة اللمس في تطوير طريقة تكون بمثابة بديل لطريقة برايل لقراءة القرآن الكريم. وقد تم تنفيذ نظام TVSS يُمكنُ فاقد البصر من استخدام وحدة ماسح ضوئي محمول يدويا وتميرها فوق صفحات المصحف الشريف بالطبعة الورقية الإعتيادية ليلتقط صور الكلمات ويحولها إلى أنماط صورية قابلة للتحسس باللمس وبشكل مباشر. يتم التقاط الصور باستخدام الماسح الضوئي والذي يمررها إلى جهاز الحاسوب ليتم معالجتها. تم تقسيم الصور اللمسية للنص القراءني إلى قسمين هما متن الكلمة ثم النقط وعلامات التشكيل. يقوم النظام بعرض متون الكلمات بشكل منحرف مع إضافة بدائل مصنعة للنقط وعلامات التشكيل توضع في مواقع المستبدلة. إن تقديم طريقة جديدة للمكفوفين لقراءة القرآن الكريم من المصاحف الشائعة باستخدام نظام TVSS متضمنة جميع قواعد التلاوة دون الحاجة للترجمة إلى رموز برايل مع المحافظة على جمالية الخط العربي ، يمكن إعتبارها إسهما بحثيا جديدا.



جامعة الموصل / كلية الهندسة
قسم الهندسة الكهربائية

تصميم وتنفيذ وحدة المتحسسات للمساعدة في الرؤية عبر اللمس

مازن هاشم عزيز

أطروحة دكتوراه فلسفة في

الهندسة الكهربائية / حالة صلبة (إلكترونيات دقيقة)

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور لقمان سفر علي

والأستاذ المساعد الدكتور سعد داود سليمان الشماع

2019 م

1440 هـ