Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Mosul
College of Computer Science and
Mathematics
Department of Computer Science

Digital Smile Design and Implementation Based on Image Processing Techniques

**A Thesis Submitted to the Council of the College of
Computer Science and Mathematics
University of Mosul
as a Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in
Computer Science**

By

Younis Samir Younis Mohammed Al-Hayali

Supervised by

Prof. Dr . Israa Mohammed Khudher

2023 A.D. **1445 A.H.**

Abstract

Digital smile design (DSD) is an important new tool in cosmetic dentistry. This tool facilitates the achievement of treatment results and improves communication between the dentist, technician and patient. Computational technology is used in dentistry to identify teeth and digital smile design. The objective is to develop a digital smile design system, it that assists dentists by providing a future vision of patients ' dentures and possible changes to them during the treatment stage, up to the shape of the required dentures. A dataset for the proposed work was constructed from the standard LORIN database. Besides, test data on which the experiments were conducted from various sources on the Internet.

Techniques and methods were used in the proposed work. The initial stages included separating the teeth from the gums and, after that, separating the teeth from each other and classifying them according to their type. Each type of these teeth is classified according to its shape based on the lower corners. Two methods were used for getting the mask to isolate the teeth from the gums. The first method combined images with red and green color values to increase the contrast between gums and teeth as for the second method, by using the Saturation. next step the separating points between the teeth were determined by combining several algorithms, some of them based on AI techniques. They are (hill climbing, find local maximum, run length encoding, opening morphology, findmyedge algorithm (our proposed), region props, and Savitzky-Golay filter). The advanced stages begin with designing the digital smile by classifying each type of tooth according to its type. The proposed work includes: that features are extracted for each tooth by the RegionProps technique used in the classification of teeth, mainly using two methods to match the patient's teeth with the LORIN template. The first method used statistics, represented by the correlation coefficient through in matching images. The second method used a new (innovative) triangles method, through in matching features. The matching depends on Euclidean distance with k-means. In the end, the result from tooth classification was to mix all of them to match the denture with the template denture.

The experiments were conducted by tooth-matching. At each stage, they are smoothed by the Savitzky-Golay filter. by increasing degrees of softening. The results were measured using metrics such as accuracy detection, recall value, PPV (positive predictive value), specificity, and F1Score. The triangle method gives a better result than the correlation

method by classifying each angle separately from the corresponding angle on the opposite side. The result was acceptable to the naked eye, and the main values of the templates Lorin works in digital smile design. The proposed work program was implemented based on the MATLAB R2020b system.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات
قسم علوم الحاسوب

تصميم الابتسامة الرقمية وتنفيذها باعتماد تقنيات معالجة الصور

رسالة مقدمة
الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة دكتوراه فلسفة في
علوم الحاسوب

من قبل
يونس سمير يونس محمد الحيالي

بإشراف

أ.د. إسراء محمد خضر

١٤٤٥ هـ ٢٠٢٣ م

الخلاصة

تصميم الابتسامة الرقمية (DSD) هو أداة جديدة هامة في طب الأسنان التجميلي. تسهل هذه الأداة تحقيق نتائج العلاج وتحسن التواصل بين طبيب الأسنان والفني والمريض. تستخدم التكنولوجيا الحسابية في طب الأسنان لتحديد الأسنان وتصميم الابتسامة الرقمية. الهدف هو تطوير نظام تصميم الابتسامة الرقمي، الذي يساعد أطباء الأسنان من خلال توفير رؤية مستقبلية لأطقم الأسنان للمرضى والتغييرات المحتملة عليها خلال مرحلة العلاج، حتى شكل أطقم الأسنان المطلوبة. تم إنشاء مجموعة بيانات للعمل المقترح من قاعدة بيانات لورين القياسية. الى جانب ذلك، بيانات الاختبار التي أجريت التجارب من مصادر مختلفة على شبكة الإنترنت.

تم استخدام التقنيات والأساليب في العمل المقترح. تضمنت المراحل الأولية فصل الأسنان عن اللثة، وبعد ذلك فصل الأسنان عن بعضها البعض وتصنيفها حسب نوعها. يتم تصنيف كل نوع من هذه الأسنان وفقا لشكله بناء على الزوايا السفلية. تم استخدام طريقتين للحصول على القناع لعزل الأسنان عن اللثة. الطريقة الأولى تجمع الصور مع قيم اللون الأحمر والأخضر لزيادة التباين بين اللثة والأسنان أما بالنسبة للطريقة الثانية، باستخدام التشبع. الخطوة التالية تم تحديد نقاط الفصل بين الأسنان من خلال الجمع بين عدة خوارزميات، بعضها يعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي. هم (Hill Climbing، Find Local Maximum ، Run length encoding ، Opening Morphology ، خوارزمية findmyedge (المقترحة لدينا) ، Region Prop, Savitzky-Golay filter). تبدأ المراحل المتقدمة بتصميم الابتسامة الرقمية من خلال تصنيف كل نوع من الأسنان حسب نوعه. يتضمن العمل المقترح: أن يتم استخراج الميزات لكل سن بواسطة تقنية الدعامات الإقليمية المستخدمة في تصنيف الأسنان ، وذلك بشكل أساسي باستخدام طريقتين لمطابقة أسنان المريض مع قالب لورين. استخدمت الطريقة الأولى الإحصائيات ، ممثلة بمعامل الارتباط من خلال الصور المطابقة. استخدمت الطريقة الثانية طريقة مثلثات جديدة (مبتكرة) ، من خلال ميزات المطابقة. المطابقة تعتمد على المسافة الإقليدية مع ك-يعني. في النهاية ، كانت نتيجة تصنيف الأسنان هي مزجها جميعا لمطابقة طقم الأسنان مع طقم الأسنان النموذجي.

أجريت التجارب عن طريق مطابقة الأسنان. في كل مرحلة ، يتم تنعيمها بواسطة مرشح سافيتسكي-غولاي. عن طريق زيادة درجات التليين. تم قياس النتائج باستخدام مقاييس مثل الكشف عن الدقة ، وقيمة الاستدعاء ، والقيمة التنبؤية الإيجابية (القيمة التنبؤية الإيجابية) ، والنوعية ، ودرجة فورمولا 1. إعطاء طريقة المثلث يعطي نتيجة أفضل من طريقة الارتباط عن طريق تصنيف كل زاوية على حدة من الزاوية المقابلة على الجانب الآخر. وكانت النتيجة مقبولة للعين

المجردة ، والقيم الرئيسية للقوالب لورين يعمل في تصميم الابتسامة الرقمية. تم تنفيذ برنامج العمل المقترح على أساس نظام ماتلاب آر 2020 بي.