





عنوان پروژه 1:

هوش مصنوعی در دندان پزشکی

نام استاد راهنما:

دکتر الهام محمودزاده

نام دانشجو:

حسین رضائی

تشکر و قدردانی

مَنْتَ خدای را عز و جل که طاعتش موجب قرب است و به شکر اندرش مزید نعمت، هر نفسی که فرو می رود

ممدّ حیات است و چون بر می آید مفرّح ذات. خدای را شاگردم که این فرصت را داشتم تا در طی دوران کارشناسی

بتوانم مهارت های لازم را کسب کنم تا شاید با پیشرفت خود بتوانم ذره ای از زحمات خانواده ام را جبران کرده باشم. از

خانواده عزیزم که همواره پشتیبان و حامی بنده در تمامی مراحل زندگی ام بوده اند تشکر و قدردانی می کنم. همچنین، از

خانم دکتر محمودزاده که در طی دوره کارشناسی همواره راهنما و الگو بنده بوده اند تشکر ویژه دارم، امیدوارم بتوانم به

نحو احسن زحمات ایشان را جبران کنم.

از تمامی دوستانی که نامشان در اینجا ذکر نشد ولی همواره پشتیبان بنده بوده اند، سپاسگزارم.

فهرست مطالب

فهرست تصاویر شش

چکیده 1

فصل اول: مقدمه 2

فصل دوم: مفاهیم پایه 4

2.1. هوش مصنوعی 4

2.1.1. تعریف هوش مصنوعی قوی 5

2.1.2. تعریف هوش مصنوعی ضعیف 6

2.1.3. تعریف و طبیعت هوش مصنوعی 7

2.2. دندان پزشکی 8

2.2.1. تخصص ها 9

فصل سوم: تاریخچه، کاربرد ها و کار های انجام شده 10

3.1. تاریخچه و کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در دندان پزشکی 10

3.1.1. فلسفه هوش مصنوعی 12

12	3.1.2. شاخه های هوش مصنوعی در دانش رایانه
13	3.1.3. یادگیری ماشین
14	3.1.4. ماشین تورین
14	3.1.5. شبکه های عصبی
15	3.1.6. یادگیری عمیق و دانش شناختی
16	3.1.7. هوش مصنوعی در زندگی روزانه
16	3.1.8. استفاده از هوش مصنوعی در زمینه پزشکی
17	3.1.9. کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در زمینه دندان
19	3.2. کاربرد رباتیک در دندان پزشکی
21	3.2.1. رباتیک در زمینه پزشکی
21	3.2.2. ربات ها در زمینه دندانپزشکی
21	3.2.2.1. Dental patient robot
22	3.2.2.1.1. Showa Hanako
23	3.2.2.2. Endo Micro Robot
24	3.2.2.3. Dental Nanorobots

24 Surgical Robots 3.2.2.4
25 Robotic Dental Drill 3.2.3
25 3.3. اندازه گیری بدون تماس مصنوعی 3 بعدی در جراحی فک با دید استریو دو چشمی
28 3.3.1. اندازه گیری بدون تماس با استریو ویژن
28 3.3.2. روش های مورد استفاده برای اندازه گیری بدون تماس مصنوعی 3 بعدی
30 3.3.3. راه اندازی و اندازه گیری آزمایشی
30 3.3.4. نتایج و تجزیه و تحلیل آزمایشی
31 منابع

فهرست تصاویر

- تصویر 1: ربات بیمار دندانپزشکی (فانتوم) 22
- تصویر 2: (الف) اندازه گیری دستی و (ب) اندازه گیری دید استریو 28
- تصویر 3: نمودار بلوکی سیستم اندازه گیری بدون تماس مصنوعی توسعه یافته 29
- تصویر 4: مدل Plaster فک های پایین تر و بالاتر قابل حرکت برای اندازه گیری های تجربی 31

چکیده

هر روزه با گذشت زمان پیشرفت ها در زمینه ی هوش مصنوعی در حال افزایش است. از طرفی بیش از پیش نیاز به وجود این علم و به تبع آن تکنولوژی مربوط به آن در حوضه های مختلف از جمله پزشکی و دندان پزشکی حس میشود.

در این پایان نامه، ما آخرین تحقیقات و مقالات ارائه شده در این زمینه را مورد بررسی قرار می دهیم تا به مفهوم،

تاریخچه و کاربرد های فعلی هوش مصنوعی در دندان پزشکی و کار هایی که در این زمینه انجام شده است پی ببریم. در

ادامه، در پروژه ی 2 ما به کمک یادگیری عمیق روی تصاویر میکروسکوپی هیستوپاتولوژیک دهان،

binary classification انجام می دهیم و این تصاویر را به دو کلاس سرطانی و غیر سرطانی برای تشخیص سرطان

دهان تقسیم می کنیم.

فصل اول

مقدمه

هوش مصنوعی (AI; Artificial Intelligence) یک اصطلاح رایج در زندگی روزمره است. کاربرد های

هوش مصنوعی در حال تبدیل شدن به واقعیتی هستند که در همه ی زمینه های زندگی مدرن بشر معمول می باشند. تلاش

ها برای توسعه ی ربات های کنترل شده توسط هوش مصنوعی به طور مداوم انجام گرفته است تا منجر به حداکثر راحتی

انسان شود. هوش مصنوعی همچنین در فرآیند تصمیم گیری پزشکی به کار گرفته شده است و این سیستم های هوش

مصنوعی می توانند به افراد غیرمتخصص در دستیابی با اطلاعات سطح تخصصی کمک کنند.

شبکه های عصبی مصنوعی شبکه های به هم پیوسته از پردازنده های رایانه ایی هستند که از سیستم های عصبی بیولوژیکی

الهام گرفته اند. این سیستم ها ممکن است به اتصال متخصصین دندان پزشکی در سراسر جهان کمک کند. با افزایش

استفاده از هوش مصنوعی در کل زمینه ی پزشکی، نقش هوش مصنوعی در دندان پزشکی بسیار گسترش می یابد. در

حال حاضر، استفاده از هوش مصنوعی به سرعت فراتر از عمل دندان پزشکی مبتنی بر متن و مبتنی بر تصویر است. علاوه

بر تشخیص بصری پوسیدگی دندان های مشخص شده و دندان های آسیب دیده، مطالعات انجام شده بر روی یادگیری

ماشینی بر اساس شبکه های عصبی مصنوعی برای معالجه دندان پزشکی از طریق تجزیه و تحلیل تصویر برداری رزونانس

مغناطیسی دندان، توموگرافی کامپیوتری و رادیوگرافی سفالومتری به طور فعال در حال انجام است.

فصل دوم

مفاهیم پایه

2.1. هوش مصنوعی

هوش مصنوعی (Artificial Intelligence) که گاهی اوقات هوش ماشینی نامیده می‌شود، به هوشمندی

نشان داده شده توسط ماشین‌ها در شرایط مختلف اطلاق می‌شود که در مقابل هوش طبیعی در انسان‌ها قرار دارد. به

عبارت دیگر هوش مصنوعی به سامانه‌هایی گفته می‌شود که می‌توانند واکنش‌هایی مشابه رفتارهای هوشمند انسانی از

جمله درک شرایط پیچیده، شبیه‌سازی فرایندهای تفکری و شیوه‌های استدلالی انسانی و پاسخ موفق به آنها، یادگیری و

توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسایل را داشته باشند. بیشتر نوشته‌ها و مقاله‌های مربوط به هوش مصنوعی، آن را

به عنوان (دانش شناخت و طراحی عامل‌های هوشمند) تعریف کرده‌اند .

هوش مصنوعی را باید گستره پهناور تلاقی و ملاقات بسیاری از دانش‌ها، علوم، و فنون قدیم و جدید دانست. ریشه‌ها و

ایده‌های اصلی آن را باید در فلسفه، زبان‌شناسی، ریاضیات، روان‌شناسی، عصب‌شناسی، فیزیولوژی، تئوری

کنترل، احتمالات و بهینه‌سازی جستجو کرد و کاربردهای گوناگون و فراوانی در علوم رایانه، علوم مهندسی، علوم

زیست‌شناسی و پزشکی، علوم اجتماعی و بسیاری از علوم دیگر دارد.

از زبان‌های برنامه‌نویسی هوش مصنوعی می‌توان به لیسپ، پرولوگ، کلیس و ویپی اکسپرت اشاره کرد.

هوش مصنوعی در علم پزشکی امروزه به دلیل گسترش دانش و پیچیده‌تر شدن فرایند تصمیم‌گیری، استفاده از سامانه‌های

اطلاعاتی به خصوص سامانه‌های هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری، اهمیت بیشتری یافته‌است. گسترش دانش در حوزه

پزشکی و پیچیدگی تصمیمات مرتبط با تشخیص و درمان - به عبارتی حیات انسان - توجه متخصصین را به استفاده از

سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری در امور پزشکی جلب نموده‌است. به همین دلیل، استفاده از انواع مختلف سامانه‌های

هوشمند در پزشکی رو به افزایش است، به گونه‌ای که امروزه تأثیر انواع سامانه‌های هوشمند در پزشکی مورد مطالعه قرار

گرفته‌است.

2.1.1. تعریف هوش مصنوعی قوی

اکنون دو فرضیه وجود دارد که کل معانی که در حال حاضر به وسیله‌ی هوش مصنوعی احاطه شده است را

تقسیم می‌کند. همزیستی مفاهیم هوش مصنوعی قوی و ضعیف که می‌توان آن را در نتیجه شناخت حدود مفاهیم ریاضی

و مهندسی که در وهله اول حاکم بر تعاریف هوش مصنوعی بودند، مشاهده کرد. هنگامی که اصطلاح "AI" معرفی شد

، این اصطلاح به معنای سیستمی تعریف شد که به همان روش هوش انسانی از طریق غیر طبیعی ، سخت افزار (مصنوعی) و

(ساخت) نرم افزار به کار گرفته شد که به معنای هوش مصنوعی قوی است. مفهوم هوش مصنوعی قوی ابتدا نیاز به

اصلاح تعریف هوش دارد. در اینجا ، هوش به عنوان "ظرفیت سیستمی که می تواند در یک محیط نامشخص به صورت

مناسب عمل کند" تعریف شده است. از نظر این تعریف ، گاهی اوقات هوش انسانی ناقص است ، اما به طور کلی ،

توانایی هوش طبیعی را دارد تا با گسترده ترین و نامشخص ترین محیط ها کنار بیاید.

2.1.2. تعریف هوش مصنوعی ضعیف

از سوی دیگر ، هوش مصنوعی ضعیف مفهومی است که قصد ساختن یک سیستم شناختی و داوری ذاتی در

محاسبات ، امتناع از ساده سازی غیر منطقی و تلاش برای تولید مثل از هوش انسانی را دارد ، که اینگونه انتظار می رود و

با هوش قوی انجام می شود. هوش مصنوعی ضعیف به معنای سیستمی است که در آن انسان از برخی مزیت های پزشکی

و مکانیسم های منطقی استفاده می کند که در آن هوش برای اجرای مؤثر فعالیت های فکری که یک انسان قادر به انجام

آن است عمل می کند. تعریف هوش مصنوعی ضعیف در حالی انجام می شود که اذعان می کند که اجرای محاسبات

اساساً با هوش یک شخص متفاوت است. این یک اصل اساسی برای کسانی است که پیشرفت هوش مصنوعی ضعیف را

بر عهده می گیرند و لازم نیست برای به دست آوردن یک سیستم عملکردی مطلوب ، هوش جامع انسانی را به کار

گیرند.

2.1.3. تعریف و طبیعت هوش مصنوعی

اکثر تعریف‌هایی که در این زمینه ارائه شده‌اند بر پایه یکی از ۴ باور زیر قرار می‌گیرند:

1. سامانه‌هایی که به‌طور منطقی فکر می‌کنند. 2. سامانه‌هایی که به‌طور منطقی عمل می‌کنند.

3. سامانه‌هایی که مانند انسان فکر می‌کنند. 4. سامانه‌هایی که مانند انسان عمل می‌کنند.

شاید بتوان هوش مصنوعی را این‌گونه توصیف کرد: «هوش مصنوعی عبارت است از مطالعه این که چگونه رایانه‌ها را

می‌توان وادار به کارهایی کرد که در حال حاضر انسان‌ها آن‌ها را صحیح یا بهتر انجام می‌دهند. هوش مصنوعی به هوشی

که یک ماشین از خود نشان می‌دهد یا به دانشی در کامپیوتر که سعی در ایجاد آن دارد گفته می‌شود.

اینکه هوش مصنوعی چیست و چه تعریفی می‌توان از آن بیان نمود؟ مبحثی است که تاکنون دانشمندان به یک تعریف

جامع در آن نرسیده‌اند و هریک تعریفی را ارائه نموده‌اند که در زیر دو نمونه از این تعاریف آمده‌است.

1. مطالعه محاسباتی که در ک، استدلال و عمل کردن را توسط ماشین‌ها را ممکن می‌سازد. (وینستون - ۱۹۹۲)

2. توانایی دست یافتن به کارایی در حد انسان در همه امور شناختی توسط رایانه (آلن تورینگ - ۱۹۵۰)

هوشمندی مفهومی نسبی دارد و نمی توان محدوده صحیحی را برای ارائه تعریف از آن مشخص نمود. در مجموع

خصوصیات زیر قابلیت های ضروری برای هوشمندی است:

1. پاسخ به موقعیت های از قبل تعریف نشده با انعطاف بسیار بالا و بر اساس بانک دانش.
 2. معنا دادن به پیام های نادرست یا مبهم. 3. درک تمایزها و شباهت ها. 4. تجزیه و تحلیل اطلاعات و نتیجه گیری.
 5. توانمندی آموختن و یاد گرفتن. 6. برقراری ارتباط دوطرفه.
- به فرض اینکه تعاریف بالا را از هوشمندی بپذیریم، موارد زیر فهرستی است از وظایفی که از یک سامانه هوشمند انتظار می رود و تقریباً اکثر دانشمندان هوش مصنوعی بر آن توافق نظر دارند به شرح زیر است:

1. تولید گفتار. 2. تشخیص و درک گفتار (پردازش زبان طبیعی انسان).
3. دستورپذیری و قابلیت انجام اعمال فیزیکی در محیط طبیعی و مجازی. 4. استنتاج و استدلال.
5. تشخیص الگو و بازشناسی الگو برای پاسخ گویی به مسائل بر اساس دانش قبلی. 6. سرعت عکس العمل بالا.
7. شمایی گرافیکی یا فیزیکی جهت ابراز احساسات و عکس العمل های ظریف.

2.2. دندان پزشکی

دندانپزشکی از رشته‌های پزشکی مرتبط با سلامت دهان و دندان است. دندانپزشک به تشخیص و درمان

بیماری‌های دهان و دندان می‌پردازد و از همین رو شاید بهتر باشد که عنوان این رشته را دهان‌پزشکی گذاشت.

دندان‌پزشکی یک علم تخصصی است که سلامت دهان و دندان را به عنوان عضوی مهم در سلامت جسم و روح، زیبایی

و ادا کردن کلمات تامین می‌کند. همچنین به یاری این علم می‌توان بسیاری از بیماری‌ها را در مراحل اولیه شناخت و از

پیشرفت آن جلوگیری نمود.

2.2.1. تخصص‌ها

ارتودنسی، ریشه‌درمانی، لته‌درمانی، آسیب‌شناسی دهان و فک و صورت، بیماری‌های دهان و فک و

صورت، جراحی دهان و فک و صورت، رادیولوژی دهان و فک و صورت، پروتزدرمانی، دندان‌پزشکی

ترمیمی و دندان‌پزشکی کودکان.

فصل سوم

تاریخچه، کاربرد ها و کار های انجام شده

3.1. تاریخچه و کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در دندانپزشکی

هوش مصنوعی توسط فلاسفه و ریاضی دانانی نظیر جرج بول که اقدام به ارائه قوانین و نظریه هایی در مورد

منطق نمودند، مطرح شده بود. با اختراع رایانه های الکترونیکی در سال ۱۹۴۳، هوش مصنوعی، دانشمندان آن زمان را به

چالشی بزرگ فراخواند. در این شرایط، چنین به نظر می رسید که این فناوری قادر به شبیه سازی رفتارهای هوشمندانه

خواهد بود.

نام هوش مصنوعی در سال ۱۹۶۵ میلادی به عنوان یک دانش جدید ابداع گردید. البته فعالیت در این زمینه از سال ۱۹۶۰

میلادی شروع شد. بیشتر کارهای پژوهشی اولیه در هوش مصنوعی بر روی انجام ماشینی بازی ها و نیز اثبات قضیه هایی در

ریاضی با کمک رایانه ها بود.

اصطلاح هوش مصنوعی برای اولین بار توسط جان مکاریتی (که از آن به عنوان پدر علم و دانش تولید ماشین های هوشمند

یاد می شود) استفاده شد. وی مخترع یکی از زبان های برنامه نویسی هوش مصنوعی به نام لیسپ (lisp) است.

در تاریخچه فرمولاسیون ، تحقیق و توسعه هوش مصنوعی چندین شاخه داخلی وجود دارد. در اینجا ، نگرانی های اصلی

ما دو شاخه تاریخی در بین آنها است (تاریخچه هوش مصنوعی قوی و هوش مصنوعی ضعیف؛ از اصطلاح "Strong

and Weak AI" می توان تا حدودی برای معرفی رده بندی سامانه ها استفاده کرد). اگرچه این دو شاخه تاریخی در

واقع جدا از هم هستند ، اما اعتقاد بر این است که بررسی تاریخی با تمرکز بر تمایز بین آنها ، در تأمل در تاریخ کلی

هوش مصنوعی به روشی منظم تر ، سودمند خواهد بود. برخی از محققان به ارسطو اشاره می کنند که مفهوم هوش

مصنوعی را برای اولین بار در تاریخ ارائه کرد. وی دیدگاه مستقیمی از ظهور ماشین آلات که می تواند جایگزین تفکر

انسان شود ، پیشنهاد نکرد. با این حال ، تلاش او برای شناسایی روش تفکر انسان به عنوان شکلی از منطق که بر قیاس

متمرکز شده ، از آن زمان به این باور تبدیل شده است که محاسبات می تواند کاملاً جایگزین مکانیسم های اندیشه بشری

شود.

هوش مصنوعی یک اصطلاح رایج است که به عنوان نتیجه ایی از اتخاذ یک ارئه ی بیش از حد کلی، مورد استفاده قرار

می گیرد. مشکل اصلی ، تعاریف "هوش" است که غالباً مفاهیم عملی را که این اصطلاح نشان می دهد ، به اشتباه تفسیر

می کنند. کلمه "مصنوعی" از دیدگاه پزشکی و بیولوژیکی به صورت کاملاً طبیعی ، خاصیت غیر طبیعی را تعیین می

کند. تعریف مناسب مفهوم این اصطلاح صرفاً با استفاده از یک رویکرد ریاضی، مهندسی یا منطقی حاصل نمی شود بلکه نیاز به رویکردی دارد که با یک تحقیق علمی شناختی عمیق مرتبط باشد. هدف از این بررسی توصیف مفهوم، تاریخچه و کاربرد فعلی هوش مصنوعی در زندگی روزمره است.

3.1.1. فلسفه هوش مصنوعی

به طور کلی ماهیت وجودی هوش به مفهوم جمع آوری اطلاعات، استقراء و تحلیل تجربیات به منظور رسیدن به دانش یا ارائه تصمیم است. در واقع هوش به مفهوم به کارگیری تجربه به منظور حل مسائل دریافت شده تلقی می شود. هوش مصنوعی علم و مهندسی ایجاد ماشین هایی هوشمند با به کارگیری از کامپیوتر و الگوبرگشتی از درک هوش انسانی یا حیوانی و نهایتاً دستیابی به مکانیزم هوش مصنوعی در سطح هوش انسانی است.

3.1.2. شاخه های هوش مصنوعی در دانش رایانه

شاخه های گوناگونی از هوش مصنوعی در دانش های رایانه ای مورد استفاده قرار می گیرند، برخی این شاخه ها

عبارتند از:

1. یادگیری ماشین (Machine Learning) 2. شبکه عصبی مصنوعی (Neural Networks)

3. بینایی ماشین (Machine Vision) 4. سامانه های خبره (Expert System) 4. پردازش زبان طبیعی (NLP)

5. الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm) 6. مفاهیم مرتبط با روباتیک (Robotic)

3.1.3. یادگیری ماشین

مفهوم اصلی Machine Learning نیز براساس تعریف هوشمندی که به عنوان الگوی محیطی عامل که به منظور اجرای هوش مصنوعی قوی اتخاذ شده است استوار است. توجه به این نکته ضروری است که، در مفهوم سازی شبکه های عصبی مصنوعی و یادگیری ماشین، آنها بر اساس مفهوم متعالیه Kantian برنامه ریزی شده اند. به گفته کانت، عقل انسان توانایی Synthesize کردن داده های حسی به دست آمده با مقولات پیشینی خاص را دارد. می توان گفت که این توانایی، با پردازش داده های به دست آمده از طریق یک سنسور تشخیص خاص یا ابزار ورودی مطابق با الگوریتم حل و یادگیری مسئله از پیش تعیین شده در آماده سازی برای یک شبکه عصبی مصنوعی، مطابقت دارد. دانشمندانی که مفهوم یک شبکه عصبی مصنوعی و یادگیری ماشین را ایجاد کرده و توسعه داده اند، از پرونده توسعه فناوری هوانوردی در اوایل قرن بیستم درسهایی گرفتند. اگرچه فناوری هوایی قبلاً هزاران سال پیش برای بشریت به دست آمده بود، اما موفقیت واقعی آن تا اوایل قرن بیستم تحقق نیافت. دستاوردهای هوانوردی بشریت از تحول ظاهری اندیشه حاصل می شود. همانطور که در روایت ایکاروس از اساطیر یونان باستان مشاهده می شود، اکتشاف اولیه فن آوری هوانوردی بشر با تقلید از ساختار بدن پرندگان و الگوهای پرواز آغاز شده است.

3.1.4. ماشین تورین

این عقیده توسط آلن تورینگ به ارث رسیده است که امروز مفهوم رایانه همگانی و هوش مصنوعی را بنا نهاده است. این پروژه همگانی ماشین تورینگ، سرآغاز مفهوم مدرن AI است. تورینگ مفهوم بازی تقلید یا Turing Test را در سال 1950 معرفی کرد. اگر کسی نمی داند که تماس وی با هوش مصنوعی است یا با شخص دیگری در حال صحبت است، در این حالت هوش مصنوعی به سطح هوشی یک فرد رسیده است. این همان معنای بازی تقلید است. در آگوست 1955، اصطلاح "AI" عمدتاً توسط پرسنلی که نقش اصلی را در مطالعات مربوط به هوش مصنوعی در ایالات متحده داشتند، به کار گرفته می شد. جان مک کارتی در دانشگاه دارتموث، ماروین مینسکی در دانشگاه هاروارد، ناتانیل روچستر در IBM و کلود شانون در موسسه Bell Telephony این اصطلاح را از طریق کارگاه های آموزشی معرفی کرده اند.

3.1.5. شبکه های عصبی

در سال 1943، وارن مک کالوچ و والتر پیتز مقاله ای را منتشر کردند که شبکه های عصبی را راهی برای تقلید از مغز انسان معرفی می کرد. در سال 1951، مینسکی و دین ادموندز ماشین حساب تقویت کننده آنالوگ عصبی تصادفی را توسعه دادند که به عنوان اولین شبکه عصبی در تاریخ شناخته می شود. در سال 1955، آلن نیول و هربرت

سیمون برای اولین بار در تاریخ ، برنامه های هوش مصنوعی را توسعه دادند. برنامه موسوم به نظریه پرداز منطق ، 38 مورد از 52 اصل ابتدایی Principia Mathematica را اثبات کرد ، اثری که با همکاری وایتهد و راسل تهیه شده است. در حالی که چشم انداز اجرای AI قوی نامشخص بود ، تکامل AI ضعیف از طریق ساخت شبکه عصبی مصنوعی ادامه داشت. در سال 1959 ، آرتور ساموئل با معرفی اصطلاح "یادگیری ماشین" ، پیشرفت هوش مصنوعی را تسریع کرد.

3.1.6. یادگیری عمیق و دانش شناختی

از آن زمان ، غالب تحقیق و توسعه بر اجرای هوش مصنوعی ضعیف متمرکز شده است ، و این روند توسط آرتور برایسون و یو چی هو تسریع شده است. آنها با توسعه الگوریتم backpropagation در سال 1969 ، نقش تعیین کننده ای در اجرای یادگیری عمیق امروز داشتند. الگوریتم backpropagation از یک روش مشتق جزئی برای تصحیح نتیجه اجرای AI استفاده می کند ، که به روش propositional و symbolic اجرا می شود و به منظور بهبود الگوریتم اجرای خود AI ، طراحی شده است. هوش مصنوعی از طریق مفهوم یادگیری ماشینی از مرحله ای که برای اجرای آزمون تورینگ استفاده شده و logical verification ، به سمت سطح بالایی از استفاده زندگی واقعی حرکت کرده است. در سال 1972 ، یک سیستم هوشمند اولیه ظهور کرد ، آن سیستمی است که افراد غیر متخصص می توانند با ساماندهی و پردازش دانش کامل در یک زمینه خاص ، از دانش و علم استفاده کنند. سیستم پیشرفته MYCIN ، در سال 1972 ، در دانشگاه استنفورد توسعه یافت و در نظر گرفته شده است تا باکتری هایی را که باعث ایجاد عفونت های

جدی می شوند ، شناسایی کند و آنتی بیوتیک های مناسب برای آنها ارائه دهد. این واقعیت که استفاده از سیستم های تخصصی اولیه در حوزه پزشکی متمرکز شده است ، نشان دهنده استفاده زیاد از هوش مصنوعی در حوزه پزشکی است.

3.1.7. هوش مصنوعی در زندگی روزانه

کاربرد هوش مصنوعی در حال تبدیل شدن به واقعیتی است که در همه زمینه های زندگی مدرن بشر متداول است. بیست سال پیش ، هنگامی که وارد قرن بیست و یکم شدیم ، هوش مصنوعی به میزان خاصی محدود شده بود. توسعه تحقیقات هوش مصنوعی طی دو دهه گذشته بسیار چشمگیر بوده است ، و یافتن مکانی که استفاده از هوش مصنوعی به هیچ وجه در فعالیت های عادی یا حرفه ای شامل دستگاه های دیجیتال یا تلفن همراه بکار گرفته نشده باشد، دشوار است. اجرای این ماشین کاملاً ضروری است. بنابراین ، با توجه به گرایش عمومی هوش مصنوعی ، می توان استفاده از هوش مصنوعی را در زندگی روزمره فهمید. امروزه حوزه غالب فعالیت ، زمینه هایی است که نیاز به حل مسئله رضایت‌مندی دارد. امکان رضایت صرفاً یافتن مقدار متغیر است که یک بیان منطقی داده شده را به واقعیت تبدیل می کند. در اینجا ، وابستگی به هوش مصنوعی به ویژه در مناطقی که نیاز به غلبه بر مشکلات ناشی از پیچیدگی بیان منطقی و حل عدم اطمینان شدید متغیرها دارند ، به ویژه در شبیه سازی هایی که نیاز به دقت بالایی دارند ، بسیار زیاد است.

3.1.8. استفاده از هوش مصنوعی در زمینه پزشکی

هوش مصنوعی در فرایند تصمیم‌گیری پزشکی به کار رفته است و این سیستم‌ها می‌توانند به افراد غیر متخصص کمک کنند تا اطلاعات سطح تخصصی را بدست آورند. این سیستم‌ها ممکن است به اتصال متخصصین دندانپزشکی در سراسر جهان کمک کند. چشم‌انداز هوش مصنوعی در زمینه پزشکی بی‌نهایت است، اما تحقق این چشم‌انداز عالی هنوز رخ نداده است. دلیل این امر این است که خود رشته هوش مصنوعی در مقایسه با سایر رشته‌ها سابقه نسبتاً کوتاهی دارد. مفهوم هوش مصنوعی در نیمه اول دهه 1960 مورد جستجو واقع شد. دستاورد های آکادمیک در این زمینه با سرعت غیرقابل مقایسه‌ای سریعتر از سایر رشته‌ها رشد کرده است، اما هنوز در مراحل ابتدایی خود است. در حال حاضر، یکی از زمینه‌هایی که AI در آن قدرتمندتر است، در سیستم‌های تشخیص و کارشناسی است. سیستم‌های تشخیص در درجه اول با هدف سازماندهی و طبقه‌بندی دانشی مورد استفاده قرار می‌گیرند که متخصصان یک حوزه خاص قادر به استفاده از آن هستند و از آنجا که دارای داده‌های بسیار تصفیه هستند بسیار پیشرفته می‌باشند. از آنجا که هوش مصنوعی عمدتاً با تخصص‌هایی انجام می‌شود که از طریق تحقیقات به صورت سیستماتیک درآمده‌اند، تحقیقات AI شروع به ثمر دادن می‌کنند.

3.1.9. کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمینه دندان

در زمینه دندانپزشکی، اگرچه مشخص است که هوش مصنوعی هنوز یک گام اساسی و پایه می‌باشد، اما تکنولوژی کاربرد AI پیشرفت چشمگیری داشته است. به طور مثال سیستم‌های پشتیبانی از تصمیم‌گیری بالینی یکی از

این نمونه ها می باشد. برنامه های رایانه ای وجود دارد که به منظور ارائه پشتیبانی تخصصی از متخصصان حوزه بهداشت و

سلامت طراحی شده است. در یک مطالعه قبلی صورت گرفته ، از تجزیه و تحلیل شبکه عصبی مصنوعی برای ساخت

یک مدل پیش بینی دندان درد و بررسی رابطه بین درد دندان و تناوب مسواک زدن روزانه ، زمان مسواک زدن (قبل از

غذا یا بعد از غذا و غیره) ، کارآزمودگی درست مسواک زدن ، استفاده از نخ دندان ، چرخه تعویض مسواک و سایر

عوامل از جمله تغذیه و ورزش استفاده شده بود. در نتیجه ، یک مدل پیش بینی رشد دندان درد با سازگاری حدود 80٪

به دست آمد. این مدل عادت های غذایی مناسب ، آموزش مربوط به بهداشت دهان و دندان و پیشگیری از استرس را به

عنوان مهمترین عوامل در جلوگیری از دندان درد مشخص می کند. تجزیه و تحلیل شبکه Bayesian از عواملی که

رویکرد بالینی را تحت تأثیر دندان های آرواره ای (maxillary canines) قرار می دهند ، انجام شد. این مطالعه شامل

168 بیمار مبتلا به دندان های آرواره ای بود که تحت عمل جراحی و ارتودنسی ترکیبی قرار گرفته بودند. داده ها با

مقایسه پیش از درمان و پس از درمان جمع آوری شد بودند. متغیرهای کمی ، متغیرهای متریک و متغیرهای اسمی مربوط

به بیماران جمع آوری شد و روابط علی بین متغیرها از طریق تحلیل شبکه Bayesian یافت شد. با توجه به اینکه هوش

مصنوعی مبتنی بر شبکه Bayesian در ابتدا در این مطالعه به کار رفته است ، الگوریتم های مرتبط با تکنولوژی قبلی را

ندارد ، این مطالعه نشان می دهد که می توان از AI برای کمک به متخصصان دندانپزشکی در تصمیم گیری استفاده کرد

و نشان می دهد که امکان جایگزینی به میزان قابل توجهی زیاد است. ضرورت استخراج قبل از درمان ارتودنسی با استفاده

از یک شبکه عصبی مصنوعی مدل شد. این مطالعه به طور خاص راهی را برای افزایش قابل توجهی در دقت مدل تصمیم

گیری از طریق pretraining انتخاب کرده است. Pretraining یک روش پردازش متغیر است که بر این کشف تمرکز دارد که متغیرهای ورودی و خروجی در یادگیری ماشین مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی به ترتیب به مقادیر بین 0 و 1 تبدیل می شوند. نتایج نشان داد که یک شبکه عصبی مصنوعی بدون pretraining با دقت 80٪ و با استفاده از pretraining با دقت 100٪ به دست آمده است. اثبات شد که یادگیری ماشینی براساس داده های حاصل از تصمیمات متخصصان دندانپزشکی، عملکرد قابل توجهی را به دست می آورد.

3.2. کاربرد رباتیک در دندانپزشکی

رباتیک شاخه ای از فناوری است که به طراحی، ساخت، بهره برداری و استفاده از روبات ها و همچنین سیستم های رایانه ای برای کنترل، بازخورد حسی و پردازش اطلاعات می پردازد. رباتیک هنوز در دندانپزشکی مورد استفاده قرار نمی گیرد حتی اگر تمام فناوری های لازم قبلاً توسعه داده شده باشند و به راحتی قابل انطباق باشند.

موفقیت در استفاده از روباتیک در زمینه پزشکی و دندان پزشکی، باعث شده است که مرز جدیدی برای اکتشاف باز بشود. به طور خاص، رباتیک با کاربرد دندان یک منطقه نسبتاً untraveled است و در این زمینه ها به منظور افزایش دقت، کیفیت و ایمنی رویه های مختلف معرفی شده است. مطالب ارائه شده در این بخش بر اساس مقاله ای می باشد که

در آن بررسی literature با استفاده از روشهای جستجوی الکترونیکی پایگاه داده Pub Med و Google برای

کاربردهای روبات ها در دندانپزشکی انجام گرفته شده است. کلمات کلیدی خاصی را مورد استفاده قرار داده اند و

جستجوی الکترونیکی حدود 87 مقاله را به دست آورده اند که از این تعداد 30 مقاله بر اساس معیارهای از پیش تعیین شده در زمینه های دندانپزشکی بوده اند. در نهایت با جمع آوری داده های استخراج شده از مقالات انتخاب شده ، داده های بررسی شده را سنتز کرده اند.

رباتیک می تواند باعث دقت ، پیش بینی ، ایمنی ، کیفیت مراقبت و سرعت درمان در دندانپزشکی شود. این پتانسیل را دارد که کیفیت بهداشت دندان های مردم را در عرض تنها چند سال تغییر دهد. موضوعی که شاید تعجب برانگیز باشد این است که چرا ربات ها هنوز به دندان پزشکی راه پیدا نکرده اند، علتی که برای این موضوع میشود بیان کرد این است که عملکردهای مورد نیاز نسبتاً ساده هستند. یک توضیح دیگر می تواند این باشد که روباتیک در دندانپزشکی نمونه ای از فناوری مختل کننده است ، به این معنی که تولید کنندگان فعلی تجهیزات دندانپزشکی ممکن است از تأثیر منفی در تجارت فعلی خود و انتقال مالکیتی که برای دندانپزشکان به وجود می آید، بترسند ، زیرا روبات ها ممکن است تهدیدی برای متخصصان دندانپزشکی باشند. با ظهور فناوری های جدید ، آینده دندانپزشکی غیرقابل پیش بینی است. نگرانی اصلی در دید و امکان سنجی تطبیق این فناوری ها در آموزش امروز و تمرینات بالینی است. هر نوآوری درمانی جدید برای سلامتی آینده ما بسیار مهم است و چنین نوآوری هایی حداقل در ابتدا هزینه بیشتری نسبت به درمان قبلی خواهند داشت. کنار گذاشتن جستجوی روش های درمانی بهبود یافته براساس هزینه ، بیانگر یک زیان جدی برای بیماران بوده و

تلاش ها برای بهبود مراقبت از بیمار را از تلاش برای خودروهای بهتر ، سیستمهای صوتی، رایانه ها یا هر سطح ایی از تلاش انسان متمایز می کند.

3.2.1. رباتیک در زمینه پزشکی

پس از تحولات فناوری ربات های صنعتی ، رباتیک راه خود را به حوزه پزشکی پیدا کرده است و در رشته های مختلفی از جراحی مورد استفاده قرار می گیرد. ده ها سال است که روبات ها در زمینه پزشکی فعالیت داشته اند و اگر لئوناردو داوینچی نمی توانست بسیاری از طرح های شبیه به روبات را در سال 1500 ایجاد کند ، این فناوری وجود نخواهد داشت. همه این کارها از سال 1985 شروع شد ، هنگامی که یک ربات به اسم PUMA 560 برای قرار دادن سوزن برای بیوپسی مغزی با استفاده از راهنمایی CT استفاده شد.

3.2.2. رباتها در زمینه دندانپزشکی

3.2.2.1. Dental patient robot

مهارت های دندانپزشکی غالباً به مهارت و توانایی پزشکان بستگی دارد و لازم است که آنها تجربه گسترده ای را با استفاده از روش ها و مدل هایی داشته باشند که دقیقاً روش ها و شرایط درمان واقعی را منعکس می کنند. فارغ التحصیلان فاقد مهارت بالینی و تجربه در معالجه بیماران هستند. تا همین اواخر ، آموزش های بالینی بر روی بیماران

داوطلب انجام می شد. با این حال، تغییرات اخیر در مسائل اخلاقی مربوط به مطالعات محیطی، پزشکی و دندانپزشکی

چنین آموزش بالینی را دشوار کرده است. در حال حاضر، به اصطلاح، "فانتوم"، از ناحیه عملکردی ساده مربوط به سر و

ترتیب دندان ها تشکیل شده است که متفاوت از بیماران واقعی است. مفهوم ربات بیمار دندانپزشکی در ژاپن آغاز شده

است.



تصویر 1: ربات بیمار دندانپزشکی (فانتوم)

3.2.2.1.1. Showa Hanako

دانشگاه Showa توکیو شرکت روباتیک Tmsuk را برای ساخت این ربات واقع گرایانه به کار گرفته بود که

برای شبیه سازی تعدادی از حرکات و پاسخ های رایج بیمار طراحی شده است و به دانشجویان دندانپزشکی این امکان را

می دهد تا آنچه را که می خواهند با یک بیمار واقعی کار کنند را تجربه کنند. گفته می شود 2 Showa Hanako

جایگزینی پسندیده تر و کاربردی تر برای 1 Showa Hanako است که در مارس 2010 ارائه شد. شرکت

Orient Industry سازنده "Love doll" مسئول پوست سیلیکون (جایگزین پوست PVC مدل قبلی) و آستر دهان

است که باعث احساس واقعی می شود و مانع ورود آب به ماشین آلات می شود. این ربات می تواند چشمک بزند ،

چشمانش را بچرخاند ، عطسه کند ، سرش را تکان دهد ، سرفه کند ، زبانش را حرکت دهد و حتی وقتی مجبور است

خیلی طولانی دهان خود را باز کند خسته شود. جالب اینجاست که این ربات همچنین قادر به شبیه سازی رفلکس gag

(تهوع) است که در طی مراحل دندانپزشکی کاملاً مکرر است. مهندسان ژاپنی همچنین از فناوری تشخیص گفتار توسعه

یافته توسط Raytron برای تسهیل در قابلیت گفتگو استفاده کرده اند.

3.2.2.2. Endo Micro Robot

موفقیت در ریشه درمانی یا اندودنتیکس بستگی به دانش پزشک ، تخصص او از جمله حس لامسه و قضاوتش

دارد. مشکلات ریشه درمانی مانند سوراخ کردن ، محل قرار گیری کانال ، انتقال فورمن اپیکال (apical foramen) و

خالی کردن (stripping) ، ابزار زدن بیش از حد راس ریشه ، آماده سازی نامناسب یا نادرست کانال و جداسازی ابزار

ممکن است در طول آماده سازی کانال ریشه رخ دهد. برای کاهش پتانسیل خطای انسانی و بهبود کیفیت ریشه درمانی ،

لازم است با بکارگیری مهندسی پیشرفته و فناوری به کمک رایانه ، نوآوری فناوری پیشرفته ریشه درمانی توسعه داده

شود.

3.2.2.3. Dental Nanorobots

نانوروباتیک فناوری ایجاد ماشین یا ربات در مقیاس میکروسکوپی یا 2 نانومتر است. نانوروبات ها نمایانگر اشیاء میکروسکوپی هستند که به طور مصنوعی قادر به انتشار آزاد در بدن انسان هستند و می توانند با سلولهای بدن انسان در تعامل باشند یا بتوانند آنها را دستکاری کنند. یک نانوروبات از هزاران قطعه مکانیکی ساخته می شود که از نانومواد از قبیل نانولوله های کربن ، نانولوله های فلزی و مواد الماس ساخته شده است. چندین نانوروبات که بر روی دندان ها بصورت یکجا قابل مشاهده هستند که با چشم غیر مسلح قابل مشاهده نیستند ، ممکن است برای تهیه حفره و ترمیم دندان ها استفاده شوند. آماده سازی حفره به صورت بسیار دقیق به مینا و عاج ضد عفونی شده محدود می شود ، بنابراین حداکثر حفاظت از ساختار دندان سالم را فراهم می کند.

3.2.2.4. Surgical Robots

در یک دهه گذشته ، جراحی و رباتیک به بلوغ رسیده اند که به آنها امکان شبیه سازی امن را داده است تا بتوانند نوع جدیدی از اتاق عمل را در حوزه پزشکی ایجاد کنند. این محیط جدید شامل ربات های مربوط به جراحی محلی و جراحی از راه دور ، ارتباطات صوتی و تصویری از راه دور برای telemedicine (پزشکی از راه دور) و teleconsultation (مشورت از راه دور)، سیستم های رباتیک با تصویربرداری یکپارچه برای جراحی پیشرفته رایانه ای و شبیه سازهای واقعیت مجازی (VR) تقویت شده با بازخورد هaptیک ، برای آموزش جراحی است.

3.2.3. ROBOTIC DENTAL DRILL

Tactile Technologies این روش را طراحی کرده تا پیچیدگی را از کار کاشت دندان خارج کند که می

تواند برای بیماران ارزان تر، سریعتر و دارای درد کمتری باشد. Tactile Technologies قبلاً بخش هایی از این

سیستم را روی حیوانات آزمایش کرده است و اخیراً نیز تأییدیه سازمان غذا و داروی ایالات متحده برای شروع آزمایشات

بر روی انسان دریافت کرده است. این عمل شامل بستن یک فریم روی فک بیمار است و سوزن های بسیار نازک برای

تعیین محل استخوان به لثه نفوذ می کنند. این داده ها بصورت بی سیم به رایانه شخصی منتقل می شود، که آن را با داده

های اسکن CT ترکیب می کند تا مجموعه ای از راهنماهای مته را پیکربندی کند. راهنماها سپس به فریم وصل می

شوند و در آخر نیز دندانپزشک دکمه ای را فشار می دهد تا حفاری را در محل دقیق مورد نیاز شروع کند. پس از فعال

سازی، مته خود هدایت می شود، اما پزشک هنوز می تواند فرآیند حفاری را در هر زمان تغییر دهد. این سیستم باعث

آسیب های کمتری برای بیمار می شود.

3.3. اندازه گیری بدون تماس مصنوعی 3 بعدی در جراحی فک با دید استریو دوچشمی

درک قابل اعتماد از تصاویر یکی از مشکلات چالش برانگیز و پیچیده در مدل سازی محاسباتی با کاربردهایی

در مواردی از زندگی واقعی است. به طور سنتی، اندازه گیری ها از طریق تماس با اشیاء انجام می شود. با این حال،

تعداد فزاینده ای از موارد (به عنوان مثال، کاربردهای صنعتی) نیاز به اندازه گیری هایی دارند که در محیط بدون تماس

انجام می شوند. جراحی ارتوگناتیک یک عمل اصلاح در چانه تحتانی و فوقانی است. موفقیت این عملیات متکی بر تشخیص و برنامه ریزی دقیق برای آماده سازی مقدماتی است. طبق این برنامه ریزی، چانه ها باید در مکانهای صحیح خود قرار بگیرند تا از نظر فیزیولوژیکی، آناتومیکی و زیبایی شناختی مناسب برای بیمار باشد. با این حال، مطالعه عملیات جراحی ارتوگناتیک نشان می دهد که بین مکان های چانه هایی که به ترتیب در مرحله قبل و بعد از عمل، برنامه ریزی و اصلاح شده اند، تفاوت معنی داری وجود دارد. دلیل اصلی این عدم تطابق، به دلیل عدم انتقال صحیح داده های اندازه گیری به بیماران چانه از طریق عدم دقت در اندازه گیری دستی در حین عمل است که در نتیجه این موضوع بر میزان موفقیت عملیات تأثیر منفی می گذارد. منابع خطای عمده، مربوط به محدودیت های انسانی، ضبط، خطاهای فنی و عکاسی می باشند. بنابراین، فرایند بررسی کیفیت در طول عملیات تضمین می کند که از نظر آماری قابل قبول است و از شرایط کاهش دهنده جلوگیری می کند یا آن را به حداقل برساند.

سیستم های بینایی استریو از آنجایی که می توانند اندازه گیری های بدون تماس اشیاء را در 3 بعد فراهم کنند مورد استفاده قرار می گیرند. باید توجه کنیم که جراحی ارتوگناتیک یک عمل بسیار حساس است که در اندازه گیری ها نیاز به دقت بسیار بالایی دارد. کاهش خطای اندازه گیری یک مسئله ی اساسی در جراحی ارتوگناتیک است. علاوه بر این، بررسی کیفیت فرآیند در طول عمل به جراح کمک می کند تا از شرایط کاهش دهنده جلوگیری کند یا آن را به حداقل برساند. از روش های هوش مصنوعی (شبکه عصبی و سیستم عصبی-فازی) به منظور افزایش دقت مکان یابی فک ها در

زمان واقعی استفاده شده است. مقایسه اندازه گیری های مصنوعی با اندازه گیری های واقعی نشان می دهد که در موقعیت یابی 3 بعدی دندان ها از نظر آماری دقیقاً قابل قبول است.

جراحی ارتوگناتیک شامل روند اصلاح وضعیت ناسازگار چانه به حالت طبیعی آناتومیک است. هر نوع خطای اندازه گیری باعث عدم موفقیت در فرایند عمل می شود و نیاز به جراحی مجدد پرهزینه و زمانبر دارد. ویژگی های هر مجموعه و صورت انسان پیچیده است که اقدامات آماده سازی جراحی هر بیمار نیاز به یک آماده سازی بی نظیر و پر زحمت برای این عمل جراحی دارد. مهمترین دلیل خطای عملیاتی در این جراحی ، خطا در مرحله اندازه گیری های اولیه قبل از آماده سازی واقعی است. دلیل این عمل عمدتاً از طبیعت 3 بعدی چانه ناشی می شود و اندازه گیری ها در سه جهت مختلف که با اندازه گیرهای مکانیکی ساده از مدل فیزیکی قالب چانه ها بدست آمده است. لازم به ذکر است که نرخ خطا به طور یکنواخت توزیع نمی شود. دلایل توزیع غیریکنواخت نرخ خطا عبارتند از: فقدان نور (حتی فقدان نور اشیاء) ، بی دقتی کسی که این عملیات را انجام می دهد ، تنظیمات اشتباه فاصله دوربین و محاسبات تصاویر 3 بعدی.

هدف از این کار ، به حداقل رساندن میزان خطای اندازه گیری برای جراحان ارتوگناتیک براساس اندازه گیری های بدون تماس مصنوعی 3 بعدی است. روش جدید مورد استفاده در این کار، کاربرد آن را در جراحی دندان نشان می دهد.

روش های پیشنهادی با استفاده از تصاویر دید استریو قبل از عمل، در هنگام قرار گرفتن در محدوده 60 سانتی متر و 75

سانتی متر از منطقه عملیات در اتاق عمل ، دقت را بهبود می بخشد.



تصویر 2: (الف) اندازه گیری دستی و (ب) اندازه گیری دید استریو

3.3.1. اندازه گیری بدون تماس با استریو ویژن

در این بخش مراحل عملکرد اندازه گیری اولیه سیستم های بینایی استریو ارائه شده است. و calibration ،

image acquisition نقشه های نابرابری و محاسبه مختصات سه بعدی وجود دارند. یک برنامه رابط کاربری بصری

عملی برای اندازه گیری نقطه ها و درجه ها که باید در 3 بعد انتخاب شود بر روی تصویر ساخته شده است که به جراح

در یک عمل واقعی کمک می کند و به او امکان می دهد تا دندان ها را به صورت دستی تعیین کند.

3.3.2. روش های مورد استفاده برای اندازه گیری بدون تماس مصنوعی 3 بعدی

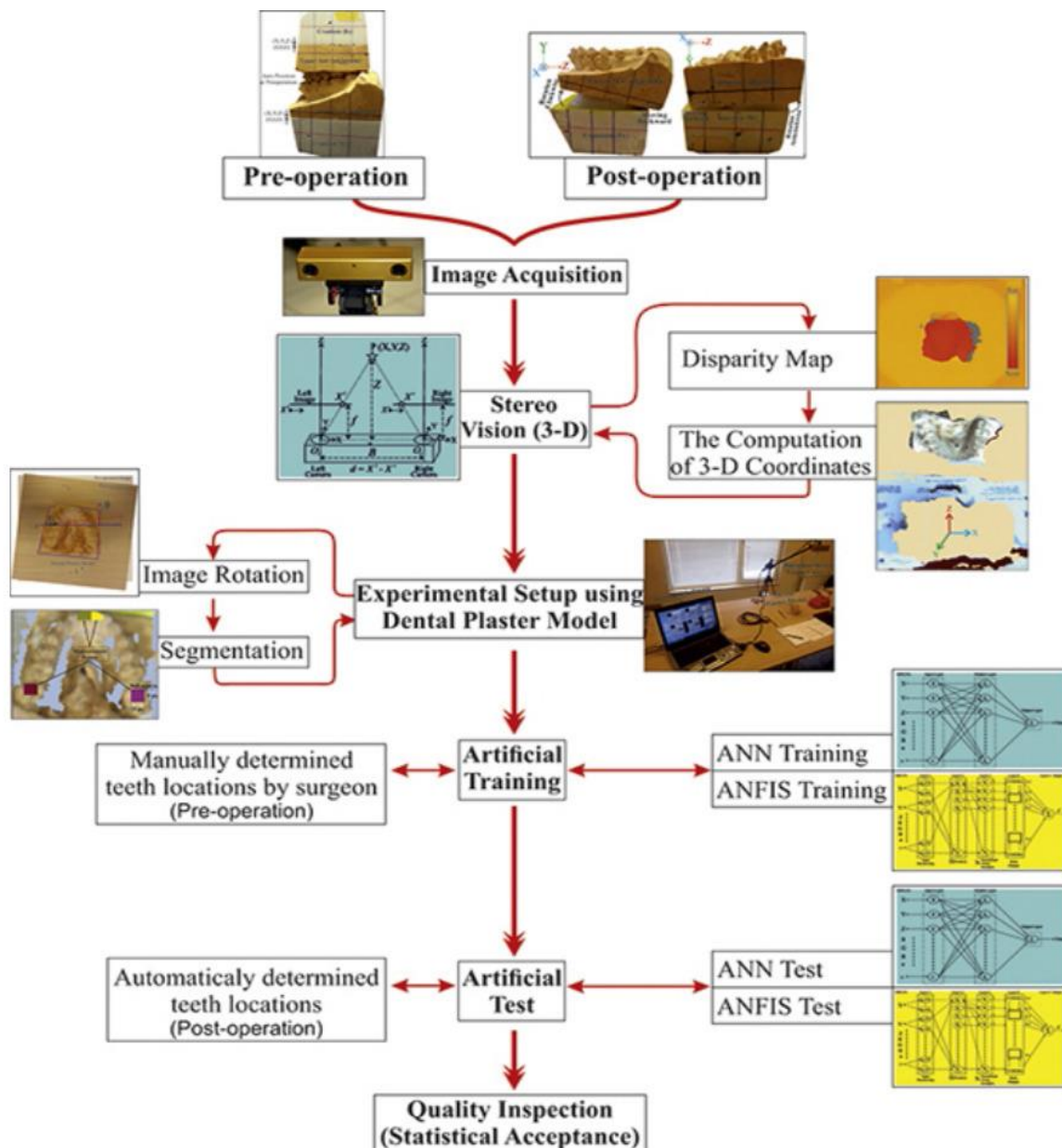
این بخش دو روش مختلفی که برای اندازه گیری های بدون تماس مصنوعی 3 بعدی استفاده خواهد شد را

معرفی می کند. آن ها شبکه های عصبی و سیستم های عصبی فازی هستند. روش های مصنوعی مبتنی بر تصاویر بینایی

استریو 3 بعدی قبل از عمل ، به مکان یابی اتوماتیک دندان ها کمک کرده است و راهنمایی دستی توسط جراح را از بین

می برد. تصویر 3 ، نمودار بلوک پیشنهادی سیستم اندازه گیری بدون تماس مصنوعی و جریان کارهایی که منجر به

بازرسی کیفیت می شود را نشان میدهد.



تصویر 3: نمودار بلوکی سیستم اندازه گیری بدون تماس مصنوعی توسعه یافته

3.3.3. راه اندازی و اندازه گیری آزمایشی

در این بخش تهیه مدل plaster دندانی ، اطمینان از کیفیت تصاویر با چرخش ، پارتیشن بندی و در نهایت

محاسبه فاصله بررسی خواهد شد. Articulator (سازنده مفصل) ، شبیه به عملکرد دستگاه کولیس ، در یافتن و

جابجایی موقعیت 3 بعدی فک ، دندان ها یا صورت ، را دارد.

3.3.4. نتایج و تجزیه و تحلیل آزمایشی

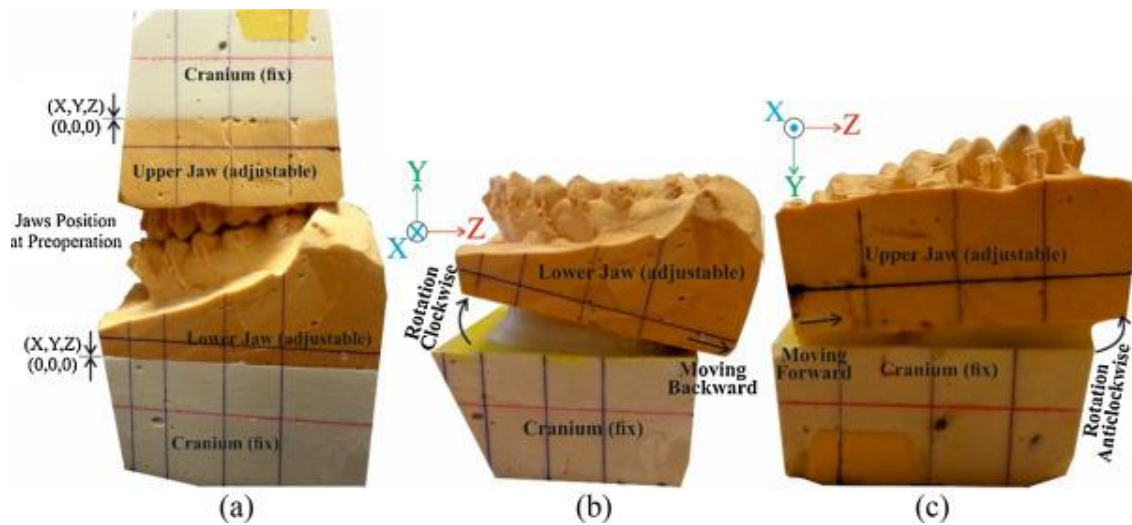
مدل Plaster فک های پایین تر و بالاتر قابل حرکت برای اندازه گیری های تجربی به دست آمده است. که در

تصویر 4 نشان داده شده است. از این مدل برای اندازه گیری تقریباً میلی متری فک در کل مختصات (X,Y,Z) استفاده

می شود. محاسبه اختلاف موقعیت بین اندازه گیری دستی با استفاده از کولیس و اندازه گیری های انجام شده با سیستم

دید استریو یا اندازه گیری های بدون تماس مصنوعی نشان دهنده یک خطا است. در این کار ، اندازه گیری دستی انجام

شده توسط عملگر دندانپزشکی به عنوان اندازه گیری مرجع انتخاب شده است.



تصویر 4: مدل Plaster فک های پایین تر و بالاتر قابل حرکت برای اندازه گیری های تجربی: (الف) مدل گچ دندانی قبل از عمل ، (ب) فک پایین پس از عمل به حالت چرخش در جهت عقربه های ساعت و حرکت به عقب (فک پایین) و (ج) مدل فک بالا پس از عمل به جهت چرخش در خلاف جهت عقربه های ساعت و حرکت به جلو (فک بالا).

منابع

- [1] Legg S, Hutter M. Universal intelligence: A definition of machine intelligence. *Minds Mach* 2007;17:391-444.
- [2] Albus JS. Outline for a theory of intelligence. *IEEE Trans Sys Man Cybern* 1991;21:473-509.
- [3] Zackova E. Intelligence explosion quest for humankind. In: RomportlJ, Zackova E, Kelemen J, editors. *Beyond Artificial Intelligence: The Disappearing Human-Machine Divide*. Dordrecht: Springer; 2015. p. 34.

- [4] Kant I. Kritik der Reinen Vernunft. Hamburg: Felix Meiner; 1956. p. A76-80, B102-6.
- [5] Perlovsky LI. Neural mechanisms of the mind, aristotle, zadeh, and fMRI. IEEE Trans Neural Netw 2010;21:718-33.
- [6] Nilsson N. The Quest for Artificial Intelligence. New York: Cambridge University Press; 2010.
- [7] Turing A. On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem. Proc London Math Soc 1936;42:230-65.
- [8] Turing A. Computing Machinery and Intelligence. Mind 1950;49:433-60.
- [9] McCulloch WS, Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity 1943. Bull Math Biol 1990;52:99-115.
- [10] Poulton MM. A Brief History. Oxford: Elsevier Science; 2001. p. 10.
- [11] NewellA, Simon HA. Computer science as empirical inquiry: Symbols and search. Commun ACM 1976;19:113-26.
- [12] Bowling M, Fürnkranz J, Graepel T, Musick R. Machine learning and games. Mach Learn 2006;63:211-5.
- [13] Ho Y, Bryson A, Baron S. Differential games and optimal pursuit-evasion strategies. IEEE Trans Autom Control 1965;10:385-9.
- [14] BrysonA, Ho Y. Applied Optimal Control: Optimization, Estimation, and Control. New York: Taylor and Francis; 1975.
- [15] Jackson P. Introduction to Expert Systems. London: Addison Wesley; 1986.

- [16] Shortliffe EH, Buchanan BG. A model of inexact reasoning in medicine. *Math Biosci* 1975;23:351-79.
- [17] White SC. Decision-support systems in dentistry. *J Dent Educ* 1996;60:47-63.
- [18] Steimann F. On the use and usefulness of fuzzy sets in medical AI. *Artif Intell Med* 2001;21:131-7.
- [19] Ramesh AN, Kambhampati C, Monson JR, Drew PJ. Artificial intelligence in medicine. *Ann R Coll Surg Engl* 2004;86:334-8.
- [20] Barbieri C, Molina M, Ponce P, Tothova M, Cattinelli I, Ion Titapiccolo J, et al. An international observational study suggests that artificial intelligence for clinical decision support optimizes anemia management in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2016;90:422-9.
- [21] Maes P. Artificial life meets entertainment: Lifelike autonomous agents. *Commun ACM* 1995;38:108-14.
- [22] WongBK, Monaco JA. Expert system applications in business: A review and
- [23] Khanna S. Artificial intelligence: Contemporary applications and future compass. *Int Dent J* 2010;60:269-72.
- [24] Kim EY, Lim KO, Rhee HS. Predictive modeling of dental pain using neural network. *Stud Health Technol Inform* 2009;146:745-6.
- [25] Nieri M, Crescini A, Rotundo R, Baccetti T, Cortellini P, Prato GP. Factors affecting the clinical approach to impacted maxillary canines: A bayesian network analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2010;137:755-62.

- [26] Xie X, Wang L, Wang A. Artificial neural network modeling for deciding if extractions are necessary prior to orthodontic treatment. *Angle Orthod* 2010;80:262-6.
- [27] <http://oxforddictionaries.com/definition/english/robotics?q=robotics>
- [28] Maass H, Chantier BB, Cakmak HK. Fundamentals of force feedback and application to a surgery simulator. *Comput Aided Surg* 2003; 8:283-291.
- [29] Kwoh YS, Hou J, Jonckheere EA, Hayall S. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. *IEEE Trans. Biomed. Engng* 1998; 35(2):153-161.
- [30] <http://geminoid.dk/>
- [31] Burns RC, Herbranson EJ. Tooth Morphology and Cavity Preparation. In Cohen S Burns, RC, Editors: *Pathways of the Pulp*, 7edn, St Louis, Missouri, The C. V. Mosby, 1997 pg 150-202.
- [32] West JD, Roane JB. Cleaning and Shaping the Root Canal System. In Cohen S Burns, RC, Editors: *Pathways of the Pulp*, e7 edn, St Louis, Missouri, The C.V. Mosby, 1997, pg 203-257.
- [33] Dong J. Rule-based Planning for Automated Endodontic Treatment - From Dental Radiography, 3-D Computer Modeling, to Tool Selection and Path Control. Dissertation, Columbia University 2003; 149-153.
- [34] Freitas Jr RA. Nanodentistry. *J Am Dent Assoc* 2000; 131:1559-1566.
- [35] Mjor I.A, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Arch Oral Biol* 1996; 41(5):401-412.

- [36] DiGioia AM, Colgan BD, Koerbel N. Computer aided surgery. In: Satava RM, editor. Cybersurgery: Advanced Technologies for Surgical Practice. New York: John Wiley & Sons; 1998; 121-139.
- [37] <http://www.robotxworld.com/topics/robotics/articles/130220-cerec-ac-robot-introduced-china-shesays.htm>
- [38] R. Anchini, C. Liguori, V. Paciello, A. Paolillo, A comparison between stereovision techniques for the reconstruction of 3-D coordinates of objects, IEEE Trans. Instrum. Meas. 55 (2006) 1459–1466.
- [39] L. Yanping, Y. Dedong, C. Xiaojun, W. Xudong, S. Guofang, W. Chengtao, Simulation and evaluation of a bone sawing procedure for orthognathic surgery based on an experimental force model, J. Biomech. Eng. 136 (2014) 1–7.
- [40] R. Janssen, E. Lou, N.G. Durdle, J. Raso, D. Hill, A.B. Liggins, S. Mahood, Active markers in operative motion analysis, IEEE Trans. Instrum. Meas. 55 (2006) 854–859.
- [41] J. Chapuis, A. Schramm, I. Pappas, W. Hallermann, K. Schwenzer-Zimmerer, F. Langlotz, M. Caversaccio, A new system for computer-aided preoperative planning and intraoperative navigation during corrective jaw surgery, IEEE Trans. Inf. Technol. Biomed. 11 (2007) 274–287.
- [42] R.B. Bell, Computer planning and intraoperative navigation in orthognathic surgery, J. Oral Maxillofac. Surg. 69 (2011) 592–605.

- [43] G.Widmann, R. Stoffner, R. Bale, Errors and error management in image-guided craniomaxillofacial surgery, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 107 (2009) 701–715.
- [44] I.T. Comlekçiler, S. Gunes, C. Irgin, B. Karlik, Measuring The Optimum Lux Value for More Accurate Measurement of Stereo Vision Systems in Operating Room of Orthognathic Surgery, in: *IEEE 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO '14)*, 2014, pp. 1–6.
- [45] SAM Präzisionstechnik GmbH, Available: [http://www.sam-dental.de/files/pdf/SAM%203 E.pdf](http://www.sam-dental.de/files/pdf/SAM%203%20E.pdf) (accessed on December, 2015).
- [46] Park WJ, Park JB. History and application of artificial neural networks in dentistry. *Eur J Dent* 2018;12:594-601.
- [47] Manjusha Rawtiya, Kavita Verma, Priyank Sethi, Kapil Loomba, Application of Robotics in Dentistry, *Indian J Dent Adv* 2014; 6(4): 1700-1706.
- [48] I.T. Comlekçiler, et al., Artificial 3-D contactless measurement in orthognathic surgery with binocular stereo vision, *Appl. Soft Comput. J.* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2016.01.026>