Archive of SID

اهمیت بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک

دکتر حمید مقدسی*، مسعود امن‌زاده**

چکیده:

داده‌های لامسه‌ای یکی از مؤلفه‌های مهم جراحی است که جراح در تصمیم‌گیری‌ها و انجام اقدامات مختلف جراحی به این نوع داده نیاز دارد. لذا بازخورد داده‌های لامسه‌ای می‌تواند نقش مؤثری در کارآمدی جراحی داشته باشد. جراحی رباتیک به عنوان روشی جدید در "جراحی با حداقل تهاجم" می‌باشد که توانسته محدودیت‌های موجود در رویکردهای قبلی را برطرف سازد. سیستم‌های جراحی رباتیک علیرغم مزایای که دارند با مشکلات و محدودیت‌هایی روبرو هستند. عدم بازخورد مؤثر داده‌های لامسه‌ای یکی از مهمترین مشکلات و محدودیت‌های سیستم‌های جراحی رباتیک می‌باشد. طبق نتایج به دست آمده از مطالعات، داده‌های لامسه‌ای و بازخورد این نوع داده به جراح موجب کاهش خطا و در نتیجه کاهش میزان بافت‌های آسیب دیده می‌گردد. همچنین این نوع بازخورد به جراح در شناسایی بهتر بافت‌ها کمک می‌کند. به طور کلی بازخورد داده‌های لامسه‌ای نقش مؤثری در افزایش کارآمدی و موفقیت جراحی رباتیک ایفا می‌کند. از این رو وجود این نوع بازخورد در جراحی رباتیک لازم و ضروری می‌باشد. بسیاری از محققان با ارائه راهکارها و راه حل‌های مختلف تلاش می‌کنند تا با ایجاد بازخورد مؤثر داده‌های لامسه‌ای، یکی از مهمترین مشکلات و موانع سیستم‌های جراحی رباتیک را حل کرده و مسیر پیشرفت و توسعه را هموار سازند.

واژه‌های کلیدی: بازخورد داده‌های لامسه‌ای، جراحی رباتیک

زمینه و هدف

جراحی، به عنوان یکی از روش‌های مهم درمانی است که تکنولوژی‌ها و ابزارهای استفاده شده در آن از عوامل مهم و تأثیرگذار در جراحی می‌باشند. پیشرفت تکنولوژی و تولید ابزارهای جدید در چند دهه اخیر، تحولی در تکنیک‌ها و رویکردهای جراحی ایجاد کرده و موجب پیدایش رویکردهای جدید شده است.[۱-۳] در رویکردهای کلاسیک و سنتی یا به عبارتی در جراحی باز، جراح مجبور است برای انجام جراحی برش‌های بزرگتری ایجاد کند و به مقدار زیادی از بافت‌های بدن بیمار آسیب برساند. همین امر باعث می‌شود تا احتمال عوارض ناشی از جراحی مثل درد، خونریزی، عفونت افزایش یافته و دوره زمانی بهبودی بیمار طولانی‌تر شود.[۴و۱] با توجه به مشکلاتی که در جراحی باز وجود دارد جراحان در صدد برآمدند تا با ایجاد ابزارهای جدید کمترین آسیب را به بیمار وارد کنند. همین امر موجب پیدایش رویکردی جدید تحت

* دانشیار گروه مدیریت و فناوری اطلاعات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده پیرا پزشکی
** دانشجوی دکترای انفورماتیک پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده پیرا پزشکی

تاریخ وصول: ۱۳۹۴/۰۴/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۰۴

نویسندهٔ پاسخگو: مسعود امن‌زاده
تلفن: ۲۲۷۱۸۵۳۱
E-mail: M.Amanzadeh@sbmu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

عنوان "جراحی با حداقل تهاجم" گردید.[۵و۶] در رویکرد "جراحی با حداقل تهاجم" جراحان به جای ایجاد برش‌های بزرگتر تنها از طریق حفره‌های طبیعی بدن و یا با ایجاد برش‌های کوچکتر، آندوسکوپ و سایر ابزارهای جراحی را وارد بدن بیمار کرده و عمل جراحی را انجام می‌دهند.[۷و۸] به عنوان مثال اگر عمل جراحی برداشتن کیسه صفرا به روش جراحی باز انجام شود باید برشی حداقل به اندازه بیست و هفت تا سی سانتی‌متر ایجاد شود، اما در این روش با ایجاد سه یا چهار سوراخ نیم سانتی‌متری تا حداکثر یک سانتیمتری می‌توان عمل جراحی را انجام داد.[۴و۹] به همین خاطر میزان بافت‌های آسیب دیده در "جراحی با حداقل تهاجم" به مراتب کمتر از جراحی باز بوده و در نتیجه عوارض بعد از جراحی کمتر شده و بیمار سریعتر بهبود می‌یابد.[۵و۱۰و۱۱] با این وجود جراحان برای انجام این نوع جراحی با محدودیت‌هایی از قبیل محدود بودن فضای دسترسی، کاهش دید و خستگی زیاد روبرو هستند.[۶و۱۲] به منظور برطرف کردن محدودیت‌های موجود، استفاده از سیستم‌های رباتیک در جراحی مطرح شد و جراحی رباتیک به عنوان روشی جدید در "جراحی با حداقل تهاجم" ایجاد گردید.[۶و۱۳]

جراحی رباتیک

همانطور که گفته شد به منظور بر طرف کردن مشکلات و محدودیت‌های موجود در رویکردهای متعارف "جراحی با حداقل تهاجم"، استفاده از ربات در جراحی مطرح گردید. ربات‌هایی که برای اولین بار در جراحی استفاده شدند به صورت بازوهای رباتی تحت کنترل جراح بودند که تنها برای جابجایی دوربین لاپاراسکوپی استفاده می‌شد.[۱و۵و۱۴] با گذشت زمان و پیشرفت تکنولوژی به تدریج ربات‌های پیشرفته‌تری ایجاد شد و کاربردهای رباتیک در جراحی بیشتر گردید. به طوری که امروزه سیستم‌هایی ایجاد شده‌اند که در انجام جراحی‌های پیچیده و همچنین در جراحی از راه دور استفاده می‌شوند.[۱] برای مثال سیستم‌های جراحی رباتیک داوینچی (da Vinci) و زئوس (Zeus) نمونه‌هایی از سیستم‌های پیشرفته می‌باشند که تاکنون در جراحی‌های بسیاری از آنها استفاده شده است.[۱۴و۱۵]

سیستم‌های جراحی رباتیک با توجه به توانایی‌ها و امکاناتی که دارند بسیاری از محدودیت‌های موجود در تکنیک‌های متعارف "جراحی با حداقل تهاجم" را برطرف می‌کنند.[۹] این سیستم‌ها با داشتن بازوهایی با درجه آزادی هفت، دامنه وسیع‌تری از حرکات را ارائه می‌کنند و حرکاتی مشابه مچ دست انسان دارند. افزایش درجه آزادی به طور قابل ملاحظه‌ای میزان مهارت و دقت را افزایش می‌دهد به خصوص در جراحی‌های پیچیده این امکان به عنوان یک مزیت ویژه محسوب می‌شود.[۱۶-۲۰] کاهش دید جراح به خاطر نمایش تصاویر به صورت دو بعدی یکی از مشکلاتی است که در رویکردهای متعارف وجود دارد. سیستم جراحی رباتیک با مجهز بودن به سیستم بینایی پیشرفته و نمایش تصاویر به صورت سه بعدی این مشکل را برطرف کرده و باعث افزایش دید و بهبود عمق درک می‌شود.[۱و۱۱و۱۷و۲۱] لرزش دستان جراح یکی دیگر از مشکلاتی است که در رویکردهای متعارف وجود دارد و موجب افزایش احتمال خطا می‌گردد. سیستم‌های جراحی رباتیک با داشتن امکانات نرم افزاری می‌توانند لرزش‌های طبیعی دستان جراح را حذف کنند. وجود چنین امکانی باعث دقیق‌تر شدن حرکات بازوهای ربات در داخل بدن بیمار می‌گردد.[۴و۱۵و۲۲و۲۳] ارگونومیک بودن ایستگاه کاری یکی دیگر از ویژگی‌ها و مزایای این سیستم‌ها محسوب می‌شود. در این سیستم‌ها ایستگاه کاری و یا به عبارتی میز فرمانی که جراح از آن استفاده می‌کند طوری طراحی شده که جراح در جراحی‌های طولانی مدت، احساس خستگی نکرده و حداقل نیروی فیزیکی را صرف کند.[۱و۴و۱۵و۲۱] علیرغم مزایایی که سیستم‌های جراحی رباتیک نسبت به رویکردهای استاندارد دارند در این سیستم‌ها برخی محدودیت‌ها وجود دارد که مانع از رسیدن این تکنولوژی به حد مطلوب خود می‌شود. یکی از مهمترین مشکلات سیستم‌های جراحی رباتیک عدم امکان بازخورد داده‌های لامسه‌ای (**Haptic Feedback**) است.[۴و۱۰و۱۵و۱۸و۲۰و۲۲و۲۴]

بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک

حس لامسه یکی از حواس پنجگانه انسان است که اهمیت و ضرورت آن در زندگی روزمره کاملاً واضح و روشن است به طوری که نبود آن می‌تواند بسیار فاجعه‌بار بوده و انجام بسیاری از کارها نظیر استفاده از ابزارها، نگه داشتن اشیاء و حتی راه رفتن غیرممکن شود.[۱و۲۵و۲۷] در اقدامات جراحی نیز جراح برای اینکه جراحی مؤثر و کارآمدی انجام دهد باید بتواند از طریق حس لامسه، سفتی یا نرمی بافت‌ها را حس کرده و مختصات مختلف آنها را شناسایی کند. تومورهایی که در زیر سطح بافت‌ها قرار دارند، حتی ممکن

www.SID.ir

Archive of SID

است با دستگاه‌های تصویربرداری پیشرفته هم قابل شناسایی نباشند، اما به وسیله یک حس لامسه به راحتی کشف گردند.[۲۸] در واقع جراح بر اساس بازخورد داده‌های لامسه‌ای است که رگ‌های خونی زیر بافت‌ها را شناسایی کرده و یا بین ساختارهای مختلف تمایز قائل می‌شود. همچنین او بر اساس این حس مقدار نیروی لازم برای انجام کارها را تعیین می‌کند. برای مثال در بخیه زدن، بر اساس داده‌های لامسه‌ای مشخص می‌کند که برای انجام این کار چه نیرویی باید وارد کند به گونه‌ای که سوزن نشکند و یا آسیبی به بافت وارد نشود.[۲۹] در جراحی باز با توجه به اینکه جراح می‌تواند به طور مستقیم بافت را لمس کند، حس لامسه به طور کامل به جراح انتقال داده می‌شود. در رویکردهای متعارف "جراحی با حداقل تهاجم" میزان بازخورد داده‌های لامسه‌ای نسبت به جراحی باز کاهش می‌یابد، زیرا در این رویکرد جراح نمی‌تواند به طور مستقیم بافت را لمس کند و تنها از طریق ابزارهای جراحی که در داخل بدن بیمار هستند حس لامسه را دریافت می‌کند.[۷و۲۶و۳۰و۳۱] نکته قابل توجه اینکه در جراحی رباتیک این حس به طور کامل از بین می‌رود، چون جراح و بیمار کاملاً از هم جدا می‌باشند و اقدامات توسط ربات‌های تحت فرمان جراح انجام می‌گیرد، لذا هیچ نوع داده لامسه‌ای در اختیار جراح قرار نمی‌گیرد.[۹و۲۶و۳۱]

بسیاری از جراحان و محققان در حوزه رباتیک بر این باورند که عدم بازخورد مؤثر داده‌های لامسه‌ای یکی از مهمترین مشکلات و محدودیت‌های سیستم‌های جراحی رباتیک است[۹و۲۰و۳۱] و رفع این مشکل می‌تواند بسیار ارزشمند و مؤثر باشد.[۳۲] بر همین اساس تحقیقات بسیاری در رابطه با ایجاد سیستم‌های بازخورد لامسه‌ای در جراحی رباتیک انجام شده است. به طور کلی برای بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک، ابتدا داده‌ها از طریق حسگرهای لامسه‌ای گردآوری می‌شوند، سپس با استفاده از الگوریتم‌های مختلف پردازش داده، محاسبات و پردازش‌های لازم روی داده‌های گردآوری شده انجام گرفته و در نهایت در اختیار جراح قرار می‌گیرد.[۳۱و۴۷و۴۸] طبق بررسی‌های انجام شده، محققان روش‌ها و راه حل‌های مختلفی را برای ایجاد چنین سیستمی ارائه کرده‌اند.[۱۸و۴۸] بازخورد مستقیم داده‌های لامسه‌ای یکی از راه حل‌ها می‌باشد. در این روش داده‌های لامسه‌ای به وسیله مجموعه‌ای از حسگرها جمع‌آوری شده و پس از پردازش از طریق دستگاه‌های لامسه‌ای به دستان جراح انتقال می‌یابد.[۴و۳۱و۴۹] بازخورد مستقیم داده‌های لامسه‌ای به عنوان یک روش متداول و مؤثر شناخته شده است. اما با این وجود این روش با مسائل و مشکلاتی از قبیل هزینه بالا و دشوار بودن پیاده‌سازی، مواجه است.[۴۹-۵۱] استفاده از روش "حس جانشین" یکی دیگر از راه کارهای ارائه شده توسط محققان می‌باشد. در این روش برای بازخورد داده‌های لامسه‌ای از حواس دیگر نظیر حس بینایی یا شنوایی استفاده می‌شود. برای مثال در بازخورد گرافیکی داده‌های لامسه‌ای، داده‌ها پس از گردآوری و انجام پردازش‌های لازم، به صورت گرافیکی به جراح انتقال داده می‌شود.[۴و۱۷و۱۹و۳۷و۴۰و۴۵]

بازخورد داده‌های لامسه‌ای به روش حس جانشین ممکن است به اندازه بازخورد مستقیم مؤثر نباشد، اما با این حال می‌تواند در جراحی‌های رباتیک بسیار کاربردی‌تر باشد، زیرا پیاده‌سازی آن ارزان‌تر بوده و به راحتی می‌تواند بر روی سیستم‌های جراحی رباتیک موجود اضافه گردد.[۳و۴و۱۱و۲۳و۳۸و۴۹و۵۱] طبق نتایج حاصل از مطالعات روش‌های فوق مؤثر بوده و می‌توانند راه حلی مؤثر در بازخورد داده‌های لامسه‌ای باشند، ولی به هر حال میزان اثر بخشی این روش‌ها به عوامل دیگری نظیر ماهیت کار و نیز میزان تجربه جراح هم بستگی دارد.[۴۸و۴۹] همچنین این روش‌ها با مسائل و مشکلاتی روبرو هستند که مانع از کاربردی شدن و استفاده از آنها در جراحی‌های رباتیک می‌گردد. همین امر باعث شده تا تحقیقات در رابطه با سیستم‌های بازخورد داده‌های لامسه‌ای همچنان ادامه داشته باشد.

نحوهٔ پردازش داده‌های لامسه‌ای یکی از جنبه‌های اصلی و مهم سیستم‌های بازخورد لامسه‌ای به حساب می‌آید که می‌تواند در بازخورد مؤثر داده‌های لامسه‌ای تأثیرگذار باشد.[۴۷و۴۸] داده‌های لامسه‌ای با استفاده از الگوریتم‌های مختلف، پردازش و تفسیر می‌شوند. حال اگر از الگوریتم‌های بهتری برای پردازش داده‌ها استفاده شود، اطلاعات قابل فهم‌تر و مؤثرتری در اختیار جراح قرار می‌گیرد. به خصوص در روش "حس جانشین"، نقش پردازش داده‌ها پر رنگ‌تر است، زیرا در این روش، لازم است پردازش‌های اضافه‌تری روی داده‌ها انجام گیرد. بنابراین الگوریتم‌های پردازش داده می‌تواند نقش مؤثری در موفقیت سیستم‌های بازخورد لامسه‌ای و در نتیجه بازخورد مؤثر داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک داشته باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی از مطالعات انجام شده در زمینه بازخورد داده های لامسه‌ای در جراحی رباتیک

مطالعه	هدف یا اهداف مطالعه	نتایج حاصل
بتیا و همکارانش[۳۳]	ارزیابی تأثیر بازخورد داده‌های لامسه‌ای به صورت گرافیکی در جراحی رباتیک قلب	بازخورد داده‌های لامسه‌ای، باعث افزایش دقت و بهتر شدن نیروی به کار رفته برای بخیه زدن و کاهش خطا می‌گردد
وگنر و همکارانش[۳۳]	تأثیر بازخورد اطلاعات لامسه‌ای در ایجاد برش با استفاده از سیستم جراحی رباتیک	نبود بازخورد لامسه‌ای باعث افزایش خطا و آسیب به بافت می‌شود
تولی و همکارانش[۳۴]	بررسی نقش بازخورد لامسه‌ای در شناسایی بهتر بافت	بازخورد اطلاعات لامسه‌ای در جراحی رباتیک موجب شناسایی بهتر بافت‌ها می‌شود
وگنر و همکارانش[۳۵]	بررسی تأثیر بازخورد لامسه‌ای در افزایش کارآیی جراحی رباتیک	بازخورد اطلاعات لامسه‌ای باعث می‌شود تا مقدار نیروی به کار رفته در انجام کارها کاهش یافته و میزان بافت‌های آسیب دیده کاهش یابد
کینگ و همکارانش[۳۶]	استفاده از تکنولوژی محرک بادی برای بازخورد لامسه‌ای و تأثیر آن در افزایش کارآیی جراحی رباتیک	استفاده از این تکنولوژی در افزایش کارآیی مؤثر بوده و می‌تواند حس لامسه را به جراح انتقال دهد
توکلی و همکارانش[۳۷]	بازخورد داده‌های لامسه‌ای به صورت گرافیکی و تأثیر آن در جراحی رباتیک	این روش به جراح در درک بهتر بافت کمک کرده و جراح در انجام جراحی از راه دور نیروی مناسبی روی بافت وارد می‌کند و در نتیجه احتمال خطر آسیب به بافت کاهش می‌یابد
ریلی و همکارانش[۳۸]	بازخورد داده‌های لامسه‌ای به صورت گرافیکی و تأثیر آن در افزایش کارآیی جراحی رباتیک قلب	بازخورد داده‌های لامسه‌ای به صورت گرافیکی باعث بهبود نیروی به کار رفته برای بخیه زدن و در نتیجه کاهش میزان خطا کاهش می‌شود
درگاهی و همکارانش[۳۹]	بازخورد داده‌های لامسه‌ای به صورت گرافیکی و تأثیر آن در جراحی رباتیک	استفاده از این نوع بازخورد در جراحی رباتیک می‌تواند در تشخیص بهتر ویژگی‌های بافت کمک کند
کیتاگاوا و همکارانش[۴۰]	بازخورد داده‌های لامسه‌ای به صورت شنیداری و بینایی و تأثیر آن در جراحی رباتیک	با استفاده از این نوع بازخورد، میزان نیروی به کار رفته به منظور گره زدن بهبود یافته است.
هایدر و همکارانش[۴۱]	بررسی میزان خطا در جراحی رباتیک در مقایسه با رویکردهای متعارف	نبود بازخورد لامسه‌ای در سیستم جراحی رباتیک می‌تواند باعث بکار گیری نیروی بیش از حد و در نتیجه پارگی بخیه‌ها گردد
ارتمایر و همکارانش[۱۳]	نقش بازخورد داده‌های لامسه‌ای در موفقیت جراحی رباتیک	بازخورد داده‌های لامسه‌ای موجب کاهش آسیب‌های ناخواسته در انجام برش‌ها می‌گردد
کاُ و همکارانش[۴۲]	اهمیت بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک	با بازخورد داده‌های لامسه‌ای کارها سریع‌تر و دقیق‌تر انجام می‌گیرد.
اکاموراا[۱۸]	بررسی مشکلات ناشی از نبود بازخورد لامسه‌ای در جراحی رباتیک	نبود بازخورد اطلاعات لامسه‌ای در سیستم‌های رباتیک باعث از هم گسیختگی بخیه‌ها و آسیب بافت‌ها می‌شود
براون و همکارانش[۴۳]	بررسی اهمیت بازخورد لامسه‌ای در جراحی رباتیک قلب	بازخورد لامسه‌ای باعث کاهش خطا، شناسایی بهتر بافت و کاهش خستگی چشم جراح می‌گردد
مرادی و همکارانش[۴۴]	بررسی تأثیر بازخورد داده‌های لامسه‌ای در بهبود شناسایی بافت	وجود امکان بازخورد لامسه‌ای در جراحی رباتیک موجب شناسایی بهتر بافت‌ها می‌گردد
جی ویلیام و همکارانش[۴۵]	بررسی روش‌های مختلف بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک	بازخورد مستقیم به همراه بازخورد گرافیکی داده‌های لامسه‌ای نسبت به سایر روش‌ها تأثیرگذارتر بوده و در کاهش خطاها و شناسایی بهتر بافت مؤثرتر است

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک

در اکثر مطالعات انجام شده در رابطه با بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک، محققان اهمیت این نوع بازخورد و تأثیری که می‌تواند در موفقیت جراحی رباتیک داشته باشد را بررسی کرده‌اند (جدول ۱). Bethea و همکارانش، نقش بازخورد لامسه‌ای را در میزان خطای رخ داده در جراحی رباتیک قلب بررسی کردند و نشان دادند که حتی با وجود مجرب بودن جراحان قلب در جراحی رباتیک، در اغلب موارد بخیه‌ها، از هم گسیخته شده و بافت‌های حساس آسیب می‌بینند. در این مطالعه دلیل مشکلات، نبود بازخورد داده‌های لامسه‌ای در سیستم‌های رباتیک بیان شده است که باعث می‌شد جراح فشار و نیروی بیش از اندازه‌ای در زدن بخیه‌ها وارد کند.[۲۳] گروهی از محققان در دانشگاه هاروارد تأثیر بازخورد داده‌های لامسه را در ایجاد برش‌هایی با استفاده از سیستم جراحی رباتیک بررسی کردند. در این مطالعه محققان دریافتند که نبود بازخورد لامسه باعث افزایش خطا و آسیب به بافت می‌شود.[۳۳] Tholey و همکارانش نشان دادند که بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک به جراح این امکان را می‌دهد تا ویژگی‌های بافت را بهتر احساس کند و بافت را از نظر پاتولوژیک بهتر شناسایی کند.[۳۴]

در برخی از این مطالعات علاوه بر بیان اهمیت بازخورد داده‌های لامسه‌ای، راهکارها و راه حل‌هایی برای برطرف کردن و جبران این نقص ارائه شده است. در این گونه مطالعات، تکنیک‌ها و تکنولوژی‌های مختلفی بررسی شده و میزان اثر بخشی آنها ارزیابی شده است.[۳۱] Wagner و همکارانش تأثیر بازخورد لامسه‌ای در افزایش کارآیی جراحی رباتیک را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه داده‌های لامسه‌ای از طریق یک مجموعه حسگرهایی که روی بازوهای ربات نصب شده بود گردآوری می‌شد و پس از پردازش، از طریق دستگاه لامسه ای به جراح انتقال می یافت. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که بازخورد مستقیم داده‌های لامسه‌ای باعث می‌شود تا مقدار نیروی به کار رفته در انجام کارها کاهش یافته و میزان بافت‌های آسیب دیده کاهش یابد.[۳۵] در یک مطالعه دیگر، نتایج بدست آمده نشان داد که بازخورد مستقیم داده‌های لامسه‌ای در افزایش کارآیی مؤثر بوده و می‌تواند حس لامسه را به جراح انتقال دهد.[۳۶]

برخی از محققان به جای استفاده از دستگاه‌های لامسه‌ای و بازخورد مستقیم داده‌های لامسه‌ای، از روش حس جانشین استفاده کردند. توکلی و همکارانش از تکنیک نمایش گرافیکی داده‌های لامسه‌ای استفاده کردند. نتایج حاصل نشان داد که بازخورد داده‌های لامسه‌ای به صورت گرافیکی می‌تواند به جراح در درک بهتر بافت کمک کرده و جراح در انجام جراحی از راه دور نیروی مناسبی روی بافت وارد کند، در نتیجه احتمال خطر آسیب به بافت کاهش می‌یابد.[۳۷] Reiley و همکارانش، نشان دادند که نمایش گرافیکی داده‌های لامسه‌ای می‌تواند باعث کاهش خطا در جراحی رباتیک قلب گردد.[۳۸] در یکی دیگر از مطالعات، محققان روش‌های مختلف بازخورد داده‌های لامسه‌ای را در جراحی رباتیک بررسی کردند و میزان تأثیر هر یک از آنها را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه برای بازخورد لامسه ای از روش بازخورد مستقیم، بازخورد گرافیکی و ترکیبی از هر دو روش استفاده کردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان دادکه استفاده از بازخورد مستقیم به همراه بازخورد گرافیکی داده‌ای لامسه‌ای نسبت به سایر روش‌ها تأثیرگذارتر بوده و در کاهش خطاها و شناسایی بهتر بافت مؤثرتر است.[۴۵]

بحث و نتیجه‌گیری

جراحی رباتیک با توجه به خصوصیات و ویژگی‌هایش، مزایای زیادی نسبت به رویکردهای متعارف دارد که این مزایا باعث افزایش دقت، کارآمدی و تسهیل انجام جراحی شده است. به همین خاطر در دو دهه اخیر، جراحی رباتیک مورد توجه و استقبال بسیاری از جراحان قرار گرفته و در حوزه‌های مختلف جراحی از قبیل اورولوژی، جراحی قلب، جراحی عمومی و اطفال از آن استفاده شده است.[۱و۲۲] همچنین سیستم‌های جراحی رباتیک موجب تحقق جراحی از راه دور شده و تحولی عظیم ایجاد کرده است. به طوری که جراحان می‌توانند جراحی‌هایی روی بیمارانشان که کیلومترها با آنها فاصله دارند، انجام دهند.[۱و۲۲و۴۶] طبق بررسی‌های انجام شده، نکته مسلم این است که آینده جراحی رباتیک بسیار روشن است، اما به هر حال موانع و مشکلاتی هم وجود دارد که محققان تلاش

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کنند تا با از میان برداشتن این موانع مسیر پیشرفت را هموار کنند.

امروزه با گسترش روز افزون سیستم‌های جراحی رباتیک و استفاده بیش از پیش از این سیستم‌ها در انجام جراحی‌های مختلف و همچنین با توجه به اهمیت بازخورد لامسه‌ای در موفقیت جراحی رباتیک، موضوع بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک به عنوان یکی از حوزه‌های تحقیقاتی فعال به شمار می‌آید.[۵۰و۶] به طوری که بسیاری از گروه‌های تحقیقاتی به طور جدی روی جنبه‌های مختلف سخت‌افزاری و نرم‌افزاری آن کار می‌کنند و راهکارها و تکنولوژی‌های مختلفی را برای حل این مشکل بررسی می‌کنند.[۴۸و۲۲] سیستم‌های بازخورد داده‌های لامسه‌ای در جراحی رباتیک به عنوان یک حوزه تحقیقاتی چند رشته‌ای محسوب می‌شود که علوم مختلفی نظیر کامپیوتر، جراحی و رباتیک می‌توانند در پیشرفت این نوع سیستم‌ها کمک‌کننده و مؤثر باشند.[۲۸]

www.SID.ir

Archive of SID

Abstract:

The Importance of Haptic Feedback in Robotic Surgery

Moghaddasi H. Ph.D[*]*, Amanzadeh M.*[**]

(Received: 30 June 2015 Accepted: 26 Oct 2015)

Haptic feedback plays a very important role in surgery. It enables the surgeon to make appropriate decisions and helps him/her to perform surgery successfully. Robotic surgery has been introduced as a new method in minimally invasive surgery which has many advantages over traditional approaches. Despite many benefits of robotic surgery, it has some problems and challenges. Lack of haptic feedback is one of the most important problems and limitations of robotic surgery systems. In most of researches, the importance and impact of haptic feedback in robotic surgery has been studied. Based on their results, haptic feedback can decrease the errors and reduce damaged tissues. In addition, this helps the surgeon to identify the tissues more accurately. Haptic feedback plays an effective role in the success of robotic surgery. Therefore, this type of feedback is essential in robotic surgery. Most of researchers try to create effective haptic feedbacks in order to solve one of the most important problems of robotic surgery.

Key Words: Haptic Feedback, Robotic Surgery

[*] *Associated Professor of Health Information Management & Medical Informatics, Faculty of Paramedical sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

***Ph.D Student of Medical Informatics, Faculty of Paramedical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

www.SID.ir

Archive of SID

References:

1. Wall J, Chandra V and Krummel T. Robotics in general surgery, Medical Robotics, Vanja Bozovic (Ed.), In Tech. 2008; ISBN: 978-3-902613-18-9, Available from: http://www.intechopen.com/books/medical_robotics/robotics_in_general_surgery.
2. Satava R.M.How the future of surgery is changing: robotics, telesurgery, surgical simulators and other advanced technologies. 2006.
3. Vitiello V., et al. Emerging Robotic Platforms for Minimally Invasive Surgery. IEEE Reviews in Biomedical Engineering. 2013; VOL. 6.pp11-126.
4. Okamura A.M., Verner L.N., et al. Haptics for Robot-Assisted Minimally Invasive Surgery. Robotics Research, M. Kaneko and Y. Nakamura (Eds.). Springer. 2010; pp361-372.
5. Silva V, McGregor T, Rayman R and Luke P.P. Telementoring and telesurgery: Future or Fiction?, Robot Surgery, Seung Hyuk Baik (Ed.). In Tech. 2010; ISBN: 978-953-7619-77-0, Available from: http://www.intechopen.com/books/robot-surgery/telementoring-and-telesurgery-future-or-fiction-
6. Hamed A, Tang S, et al. Advances in haptics, tactile sensing, and manipulation for robot-assisted minimally invasive surgery, noninvasive surgery, and diagnosis. Journal of Robotics. 2012; Article ID 412816, 14 pages.
7. Mack I., et al. Interactive Force Sensing Feedback System for Remote Robotic Laparoscopic Surgery. Haptic Audio visual Environments and Games, IEEE International Workshop. 2009.
8. Braun E.U., et al. The Must-Have in Robotic Heart Surgery: Haptic Feedback, Medical Robotics, Vanja Bozovic (Ed.). InTech. 2008. ISBN: 978-3-902613-18-9. Available from: http://www.intechopen.com/books/medical_robotics/the_must-have_in_robotic_heart_surgery__haptic_feedback.
9. Deshmukh R. and Mhala N.N. Development of Prototype Laparoscopic Grasper with Haptic Feedback. International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE). 2014; Volume 1 Issue 5.
10. Yakoubi R., et al. Robotic Urological Surgery: State of the Art and Future Perspectives, Robotic Systems - Applications, Control and Programming, Dr. Ashish Dutta (Ed.). InTech. 2012; ISBN: 978-953-307-941-7. Available from: http://www.intechopen.com/books/robotic-systems-applications-control-and-programming/robotic-urological-surgery-state-of-the-art-and-future-perspectives.
11. Seibold U, et al. Prototypic Force Feedback Instrument for Minimally Invasive Robotic Surgery, Medical Robotics, Vanja Bozovic (Ed.), In Tech. 2008; ISBN: 978-3-902613-18-9. Available from: http://www.intechopen.com/books/medical_robotics/prototypic_force_feedback_instrument_for_minimally_invasive_robotic_surgery.
12. Kornprat P, Werkgartner G, et al. Prospective study comparing standard and robotically assisted laparoscopic cholecystectomy. Langenbecks Arch Surg. 2006; 391: 216-221.
13. Ortmaier T, et al. Robot Assisted Force Feedback Surgery. Advances in Telerobotics, Springer Tracts in Advanced Robotics. 2007; Volume 31, pp 361-379.
14. Baik S.H. Robotic Assisted Colorectal Surgery, Robot Surgery, Seung Hyuk Baik (Ed.), InTech. 2010; ISBN: 978-953-7619-77-0. Available from: http://www.intechopen.com/books/robot-surgery/robotic-assisted-colorectal-surgery.
15. Albani J.M. The Role of Robotics in Surgery: A Review. Missouri Medicine. 2007; Vol. 104, No. 2. 166-172.
16. Goethals P. Tactile Feedback for Robot Assisted Minimally Invasive Surgery: an Overview. Department of Mechanical Engineering K.U.Leuven, Tech. Rep., 2008.
17. Haidegger T, Benyó B, et al. Force Sensing and Force Control for Surgical Robots. Proceedings of the 7th IFAC Symposium on Modelling and Control in Biomedical Systems, Aalborg, Denmark. 2009.
18. Okamura A.M. Methods for haptic feedback in teleoperated robot-assisted surgery. Ind Rob. 2004; 31(6): 499-508.
19. Wagner C.R. Force feedback in surgery: Physical constraints and haptic information. Harvard University. 2006.
20. Sieber A, et al. Sensorized Tools for Haptic Force Feedback in Computer Assisted Surgery, Haptics Rendering and Applications, Dr. Abdulmotaleb El Saddik (Ed.), In Tech, 2012; ISBN: 978-953-307-897-7. Available from: http://www.intechopen.com/books/haptics-rendering-and-applications/sensorized-tools-for-haptic-force-feedback-in-computer-assisted-surgery
21. Ayloo S, et al. Laparoscopic versus robot-assisted cholecystectomy: A retrospective cohort study. International Journal of Surgery. Published by Elsevier. 2014; 12, 1077-1081.
22. Lanfranco A.R, Castellanos A.E, et al. Robotic Surgery: A Current Perspective. Ann Surg 2004; 239: 14-21.
23. Bethea B.T, Okamura A.M, et al. Application of haptic feedback to robotic surgery. J Laparoendosc Adv Surg Tech A. 2004 June; 14(3): 191-195.
24. Font I., et al. Haptic feedback designs in teleoperation systems for minimal invasive surgery. IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, 2004; vol. 3, pp. 2513-2518.

www.SID.ir

Archive of SID

25. Dargahi J, et al. Tactile Sensing and Displays Haptic Feedback for Minimally Invasive Surgery and Robotics. John Wiley & Sons, 2012. Ch1. ISBN: 978-1-119-97249-5.
26. Meijden O.A., Schijven M. The value of haptic feedback in conventional and robot-assisted minimal invasive surgery and virtual reality training: a current review. Surg Endosc. 2009; 23: 1180-1190.
27. Poorten E.B.V, Demeester E and Lammertse P. Haptic feedback for medical applications, a survey. 2012. Actuator conference, Bremen.https://www.radhar.eu/publications/e.-vander-poorten-actuator12-haptic-feedback-formedical-applications-a-survey.
28. Puangmali P, et al. State-of-the-Art in Force and Tactile Sensing for Minimally Invasive Surgery. EEE Sensors Journal. April 2008; Vol. 8, no. 4.
29. Hu J , Chang C.Y, et al. Effectiveness of haptic feedback in open surgery simulation and training systems. Studies in Health Technology and Informatics. 2006; 119: 213-8.
30. Wagner C., et al. The Benefit of Force Feedback in Surgery: Examination of Blunt Dissection. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2007; Vol. 16, No. 3, Pages 252-262.
31. Okamura A.M. Haptic feedback in robot-assisted minimally invasive surgery. Curr Opin Urol. 2009 January; 19(1): 102-107.
32. Marchese A and Hoyt H. Force sensing and haptic feedback for robotic telesurgery. Worcester polytechnic institute. 2010.
33. Wagner C.R, et al. The Role of Force Feedback In Surgery: Analysis of Blunt Dissection. Proceedings of the 10th Symp. On Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems. 2002.
34. Tholey G, et al. Force Feedback Plays a Significant Role in Minimally Invasive Surgery Results and Analysis. Ann Surg. 2005; 241: 102-109.
35. Wagner C.R and Howe R.D. Force Feedback Benefit Depends on Experience in Multiple Degree of Freedom Robotic Surgery Task. IEEE Transactions on Robotics. December 2007; Vol. 23, NO. 6.
36. King C.H., et al. A Pneumatic Haptic Feedback Actuator Array for Robotic Surgery or Simulation. Proceedings of Medicine Meets Virtual Reality 15: in vivo, in vitro, in silico: Designing the Next in Medicine. 2007, Long Beach.
37. Tavakoli M, Patel R.V. and Moallem M. Robotic Suturing Forces in the Presence of Haptic Feedback and Sensory Substitution. Proceedings of the 2005 IEEE Conference on Control Applications Toronto, Canada.
38. Reiley C.E, et al. Effects of Visual Force Feedback on Robot-Assisted Surgical Task Performance. J Thorac Cardiovasc Surg. 2008 January; 135(1): 196-202.
39. Dargahi J, et al. Graphical display of tactile sensing data with application in minimally invasive surgery. Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering, 2007; Volume: 32, Issue: 3.
40. Kitagawa M, et al. Effect of sensory substitution on suture-manipulation forces for robotic surgical systems. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2004; Volume 129, Number 1.
41. Haider J., et al. Comparison of Knot Tying in Robotic, Laparoscopic, and Open Surgery: Robotic Knots as Tight as, but More Secure than, Open Knots. Journal of Gynecologic Surgery; Dec 2013, Vol. 29 Issue 6, p287.
42. Cao C.G.L, et al. Can Surgeons Think and Operate with Haptics at the Same Time? J Gastrointest Surg. 2007; 11: 1564-1569.
43. Braun E.U, Hasselbeck C, et al. The significance of haptic feedback for telemanipulated heart surgery. IFMBE Proceedings. 2007; Volume 14. pp 3134-3136.
44. Moradi M., et al. Effects of realistic force feedback in a robotic assisted minimally invasive surgery system. Minim Invasive Ther Allied Technol. 2014, Vol. 23, No. 3, Pages 127-135 (doi: 10. 3109/13645706. 2013. 867886).
45. Gwilliam J.C., et al. Effects of Haptic and Graphical Force Feedback on Teleoperated Palpation. IEEE International Conference on Robotics and Automation. Kobe, Japan, 2009.
46. Haidegger T and Benyo Z. Extreme Telesurgery, Robot Surgery, Seung Hyuk Baik (Ed.), In Tech. 2010; ISBN: 978-953-7619-77-0. Available from: http://www.intechopen.com/books/robot-surgery/extreme-telesurgery.
47. Eltaib M. E. H. and Hewit J. R. Tactile sensing technology for minimal access surgery–a review. Elsevier, Mechatronics 2003; 13, 1163-1177.
48. Schostek S., et al. Review on aspects of artificial tactile feedback in laparoscopic surgery. Elsevier, Medical Engineering & Physics. 2009; 31, 887-898.
49. Okamura A.M. Force Feedback and Sensory Substitution for Robot-Assisted Surgery, Surgical Robotics: Systems Applications and Visions, J. Rosen et al. (eds.). Springer Science+Business Media. 2011; DOI 10.1007/978-1-4419-1126-1_18.
50. Callan L. and Chen N. The future of surgical robotics. UWOMJ. 2013; Volume 82, Issue 1.
51. Hager G.D., et al. Surgical and Interventional Robotics: Part III: Surgical Assistance Systems. IEEE Robot. 2008; 15(4): 84-93. doi: 10.1109/MRA. 2008. 930401.

www.SID.ir