

リバーフィールドが 世界初の「触覚」を有する手術支援ロボットを開発

手術支援ロボットシステム「Saroaサージカルシステム」にVxWorksを搭載

外科手術において、近年、「術後の回復が早い」「傷口が小さい」などの利点から患者の負担が少ない術式として増加してきているのが、手術支援ロボットを活用した治療です。日本国内では、2001年に臨床試験が始まりました。手術支援ロボットは、手振れ防止機能や手術に使用する術具（鉗子）に関節があることで精密に操作を行えることから、今後さらに普及していくと予想されています。

リバーフィールド株式会社（以下、リバーフィールド）は、手術支援ロボットなどの医療機器研究開発および販売を行う、東京工業大学と東京医科歯科大学発のベンチャー企業です。東京工業大学と東京医科歯科大学の研究成果の実用化を目指して2014年に設立されました。リバーフィールドは、世界で初めて、「力覚（触覚）」を再現することに成功した低侵襲外科手術用支援ロボット「Saroa（サロア）サージカルシステム（以下、Saroa）」を開発し、2023年5月には日本国内の製造販売承認を取得、同年7月には承認後初めての手術が行われました。

「人命を扱う医療の現場で利用されるSaroaには、高いリアルタイム性の実現が求められます。そのために欠かすことができない要件が、高速な応答性能、高い信頼性、高い安全性などです。Saroaの開発には、これらの要件をすべて備えたリアルタイムOSを必要としていました」

リバーフィールド株式会社 代表取締役社長 只野 耕太郎氏

リバーフィールド株式会社

業種

- ・ 手術支援ロボットなどの医療機器研究開発および販売

採用ソリューション

- ・ VxWorks

メリット

- ・ 力覚フィードバックを備え、高いリアルタイム性を実現した手術支援ロボット
- ・ 空気圧システムの精密制御
- ・ 人命を扱う医療の現場で求められる高い堅牢性、信頼性、安全性の実現



リバーフィールドが開発した世界初で始めて、「力覚」を再現することに成功した低侵襲外科手術用支援ロボット「Saroa（サロア）サージカルシステム」。Saroaでは、没入型のモニターではなく、一般的なフラットパネルのディスプレイを採用。周りとのコミュニケーションが取りやすいのが特徴だ。

市場背景

力覚（触覚）なし、アームの干渉、高価など、課題も多かった既存の手術支援ロボットシステム

日本国内で利用されている手術支援ロボットは、米国インテュイティブサージカル社が開発した「ダヴィンチ（da Vinci）サージカルシステム（以下、ダヴィンチ）」が広く普及していました。しかし、医療現場からは、大きく3つの課題が挙がっていました。1つ目の課題は、「力覚」が備わっていないこと。2つ目は、アームの干渉問題。3つ目は、コストでした。

これまでの手術支援ロボットは、手術中、力の「感覚」がわからないため、手術の精度を高めるためにも、この力覚を実現してほしいという声がありました。また、アームが大きく長い場合、アーム同士が手術中に接触したり、近くにいる助手の先生とぶつかってしまったりと、アームの干渉問題もありました。さらに、手術支援ロボットは非常に高価という課題もありました。サイズが大きいだけでなく、重量も1トン近くあり、設置場所の床の補強が必要なほか、大きすぎてエレベーターに乗らない、ドアを通れない、電源も200Vで手術室の配電盤の改造が必要になるといった、導入における物理的な制約から本体以外にもコストがかかってしまうケースが発生し、導入をあきらめる病院もありました。

開発課題

手術支援ロボットでどう力覚を再現するか

手術支援ロボットは、患者の体内に入るため、術前の洗浄に耐えられるようメッキ処理が必要なほか、サイズも小さい必要があります。また、電気メスなどの干渉も考慮しなければなりません。力覚を再現するには、これらの手術支援ロボットならではの課題に対応する必要がありました。

リバーフィールドは、これらの課題に対応するため、「空気圧」を利用することで「力覚フィードバック」を再現しました。空気圧システムの精密制御技術は、握る力や掴む力、引っ張る力など、精密な手術手技に必要な力覚を実現しています。従来の手術支援ロボットにはなかった力覚を有することで、ロボットを操作する医師は自分の手で直接手術しているような感覚を得られ、手術の精度がより高くなることが期待できます。

アプローチ

高いリアルタイム性を提供するVxWorksで高度な制御を実現

リバーフィールドが開発した空気圧システムは、力センサーを利用することなく、力覚フィードバックを実現できることが大きなメリットです。空気圧システムは、力センサーが不要なためコストダウンができ、小型・軽量化に適しているというメリットがある一方で、その実現には別の課題がありました。

その代表的な課題が、空気圧システムは構成要素が多く、制御が複雑で難しいことです。さらに、手術ができるレベルに到達しているとはいっても、高速で精密な駆動は基本的に不得意な分野であったため、電動と比較するとまだ一歩劣る部分があり、改善の余地が残されていました。

高度な制御を実現するため、Saroaには、リバーフィールドが要件として上げていた高速な応答性能、高い信頼性、高い安全性を兼ね備えた最良のリアルタイムOSとしてVxWorksが採用されました。

「VxWorksを使うとおおよそ1msレベルのハードウェアリアルタイム処理ができます。これによって、弊社が求めている空気圧力などの制御を高速に精度よく行えます。また、医療機器のため、高い信頼性および安全性、セキュリティの確保は非常に重要です。その点、VxWorksは、ロボット分野やMRI、内視鏡といった制御が伴う医療機器の分野で豊富な実績があるため、医療機器で利用するリアルタイムOSとして大きな安心感があります」リバーフィールド株式会社 設計開発部 ソフトウェア設計一部 部長 金澤 雅夫氏

導入効果

既存の手術支援ロボットの抱える課題を解消 中規模以下の病院にもロボット手術の恩恵を届ける

リバーフィールドの手術支援ロボット「Saroa」は、力覚を備えたことが一番の特長ですが、注目すべきポイントはまだあります。

「Saroaは、重量が既存のロボットの半分強くらいで、サイズも人の背丈ほどです。軽量・省スペースのため、手術室間・施設内の移動もしやすく、より柔軟な運用が可能です。また、既存のロボットと比較して導入しやすいコストを意識して

開発されている点も特長の1つです」(只野氏)

Sarohaは、競合他社の製品と比較してアームの数を1本少なくし、モニターや内視鏡などを筐体に含まないことで、コストの低減化を実現しています。「アームの削減は、コストダウンにつながっているほか、物理的なサイズがコンパクトになり、重量も軽くなるというメリットもあります。また、助手との連携がしやすくなり、アームの干渉も起きなくなっています。モニターも他社のように覗き込むタイプではなく、病院ですでに保有しているものを組み合わせることができますので、コストダウンできるうえ、フラットパネルのモニターなので、周りとのコミュニケーションが取りやすいといった声もいただいています」(金澤氏)

手術支援ロボットは、長い間、ダヴィンチ一強の時代が続いていましたが、ダヴィンチの主要特許が切れ、市場に参入しやすい状況になっています。リバーフィールドは、今後もSarohaの改良を続けていくほか、その先の次世代の手術支援ロボットの検討をはじめています。そして将来的には、アジアやヨーロッパ、アメリカなどへの進出も視野にしています。

また、現在の手術支援ロボットは、日本では大きな大学病院などを中心に導入されており、中規模以下の病院には導入が進んでいない状況です。リバーフィールドでは、「Sarohaによる手術支援ロボットの恩恵を地方の中規模以下の病院でも届けていきたい」と話しています。

WINDRIVER

ウインドリバーは、エッジコンピューティングソフトウェアを提供する世界的なリーディングカンパニーです。包括的なポートフォリオは、ワールドクラスのグローバルなプロフェッショナルサービスとサポート、広範なパートナーエコシステムに支えられています。ウインドリバーのソフトウェアと専門性は、最高水準の安全性、セキュリティ、信頼性が要求される重要インフラシステムのデジタルトランスフォーメーションを加速しています。

© 2023 Wind River Systems, Inc. Wind RiverおよびVxWorksは、Wind River Systems, Inc.の商標または登録商標です。Rev.2023.10