

審査の結果の要旨

氏 名 新倉 雄大

本論文は、「高速ビジョンを用いた指入力システムの研究」と題し、6章により構成されている。従来のヒューマンインターフェイス、特に入力インターフェイスは、その操作性・確実性を確保するため、キーボードやマウスに見られるように、人間の動作空間を制限し、規定の入力キーとの接触を前提とする拘束性の高いものが主流であった。それに対して、ジェスチャを用いた入力等では、非拘束性は向上するが操作性や確実性が不十分であり、携帯情報機器の発展やウェアラブルコンピューティングの提案等、情報機器の利用場面の拡大とともに、新たな入力インターフェイスが求められている。本論文では、この問題に対して、新たな方法を提案するとともに、実験システムによりその有効性を実証している。

第1章は「序論」であり、携帯型入力インターフェイスを構築する上で、その課題や制約条件をまとめ、それらを克服するための自然かつ適切な手法として、手指を用いた入力の概略を述べると同時に、高速ビジョンを用いることの意義を述べている。その上で、本論文の目的を述べるとともに、本論文の構成を述べている。

第2章は「携帯機器向け入力におけるインターフェイス設計論」と題し、携帯型入力インターフェイスの関連研究を紹介し、各手法のメリット、デメリットを述べた上で、将来に向けた携帯型入力インターフェイスの在り方を論じ、機器に非装着のインターフェイスとして、大きく分けて2つの方向性があることを述べている。1つは、機器本体と近接する空中を操作領域とするインターフェイスであり、その一例として、空中操作インターフェイスの概念を提案している。もう1つは、ウェアラブルな入力インターフェイスとして、機器の近傍の体や物体の表面等の拘束表面を操作領域とするインターフェイスであり、新たに Anywhere Surface Touch を提案し、その設計思想を述べている。

第3章は「空中操作インターフェイス：空中を操作領域とする非装着型手入力システム」と題し、非装着型の入力インターフェイスに求められる具体的な要求仕様をまとめ、それらを満たす新たな入力インターフェイスとして、単眼の高速カメラを用いて指先の動きを3次元トラッキングする空中タイピングを実現する方法を提案している。このインターフェイスの特徴は、指先領域の安定した抽出、指先のトラッキング、入力動作(クリック動作)の検出を確実に実現している点にあり、実験システムを用いて、情報機器のサイズに対して十分に広い操作・入力エリアを実現していること、水平方向並びに奥行き方向の指先位置を高精度に推定可能であること、1フレームあたり約7.2[ms]という高速な処理を実現し、レイテンシが低減できること等を実験的に示している。また、赤外線LEDと赤外線透過フィルタを用いることで背景や照明の影響を

削減し写り込んだ顔や照明に対して極めてロバストに動作することや操作者に振動フィードバックを付加することによってシステムの操作効率を改善することが可能であることを示している。

第4章は「Anywhere Surface Touch: 実環境の面を操作領域とする装着型手入力システム」と題し、装着型の携帯機器のコンセプトを実現するものとして、小型カメラとコンタクトマイクを一体化して手首に取り付ける Anywhere Surface Touch を提案している。このシステムは、機器の近傍に存在する様々な平面・曲面の上での入力を実現することを目指したものであり、画像を用いた指やジェスチャの認識と音を用いた接触状態の認識を行い、それらの情報を統合することで多様な入力を実現している点に特徴がある。実験システムを用いて、机、クッション、壁、脚の上等の様々な環境で利用可能であることを実験的に確認するとともに、環境や姿勢等の影響を分析している。

第5章は「空中操作における仮想物体とのインタラクション」と題し、空中操作における仮想物体とのインタラクションにおける操作感の向上を目的として、具体的に高速ビジョンと裸眼立体視ディスプレイを用いたインタラクションシステムを提案している。このようなシステムでは、操作指の動きに対して仮想物体の応答が不十分である場合には、双方の位置関係が不自然となって実体感が低かったが、画像処理のフレームレートを上げ、カルマンフィルタを用いた指先位置の予測を行うことで実際の指先位置と提示される仮想物体とのずれを解消し、操作の実体感を向上させ、より正確に仮想物体とのインタラクションが行えることを確認している。

第6章は「結論」であり、本論文の成果を章ごとにまとめている。

以上要するに、本論文は、従来の携帯型入力システムにおいて課題とされてきたいくつかの問題に対して、独創的なシステムを提案し、その有効性を実験的に示したものである。従来のキーボードのような拘束型の入力システムから、3次元自由空間における空中操作による入力システム、携帯機器の近傍に存在する平面や曲面を利用した指入力システムという、より非拘束性を高めた具体的な入力システムを提案し、実験によってその有効性を示したものである。加えて、従来、表示される仮想物体と操作指の間には、応答の遅さに起因するずれが生じていたが、高速の処理を導入した上で、カルマンフィルタを用いた指先位置の予測を導入することにより、その解消を実現している。これらの成果は、従来の入力インターフェイスを自由空間や身近な平面や曲面に拡張するものであると同時に、操作性の向上の観点から、操作者の意思がより的確に入力動作に伝わる方法を提案しているものであり、実験的にその有用性を示しているものである。このことから、本論文で提案された入力手法は、今後のヒューマンインターフェイスの操作性を飛躍的に向上させるとともに、情報機器の利用場面を格段に広げる可能性を持つものであり、関連する分野の発展に貢献するとともに、システム情報学の進歩に対して寄与することが大であると認められる。

よって本論文は博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。