

氏名	HANI KARAM		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	博甲第8357号		
学位授与年月日	平成29年9月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	Detection of Midair Finger Tapping Gestures and Their Applications (指先による空中タップジェスチャの検出とその応用)		
主査	筑波大学 教授	博士（工学）	大矢 晃久
副査	筑波大学 教授	博士（工学）	井上 智雄
副査	筑波大学 教授	博士（工学）	三谷 純
副査	早稲田大学 教授	Ph. D.	田中 二郎
副査	筑波大学 准教授	博士（理学）	志築 文太郎
副査	筑波大学 准教授	博士（理学）	高橋 伸

論文の要旨

キーボードやマウスを使わない「ナチュラルユーザインタフェース(NUI)」として、空中でのハンドジェスチャが従来から注目されているが、本論文では、空中において指を動かす「タップ」あるいは「クリック」動作に着目し、それを認識し、選択操作として利用する方法について述べている。

まず、第2章では、指によるクリック動作の認識を深度センサを用いて行う2つの手法について述べている。一つは「3本指クリック」で、親指と中指を伸ばして開き、小指と薬指を折り畳んだ状態で、人差し指を動かすというジェスチャである。もう一つは、手の各指を開いた状態で入力することができる「デプスクリック」である。後者は前者よりも自然な手姿勢で入力を行うことができ、さらに人差し指以外の指でも入力できる。また、「クリックダウン」と「クリックアップ」を認識して、マウスのドラッグ操作に相当する入力も可能であるなどの特徴がある。本手法を実装して評価したところ、ジェスチャの成功率は他の手法に比べて高いことが確認できたと記述されている。

しかし、まだ不自然な手姿勢を強いられるため、第3章では、よりリラックスした手姿勢で入力可能な「Xpli タップ」とその認識手法について述べている。この認識手法では、指の角度と移動距離を考慮することで、意図しない指による誤操作を防いでいる。さらに、指の曲がり具合等も活用して、ジェスチャの種類を増やした。この手法を用いて開発したキーボード入力アプリケーションでは、入力成功率は多くのキーで9割以上であったと述べられている。

さらに、第4章では、上記手法の応用として、両手マルチタップ入力手法について検討し、修飾キーが使えるキーボード入力アプリケーション、および和音が演奏できるピアノ演奏アプリケーションを実装して評価を行っている。

そして、最後に、結論として、空中におけるタップ/クリックジェスチャによる選択操作について、ジェスチャとその認識方法を設計し、それらを幾つかのアプリケーションに応用して実現し、実験により評価を行い、従来のジェスチャ操作を発展させたと述べている。

審 査 の 要 旨

【批評】

ハンドジェスチャによる入力手法の研究は古くから行われているが、近年のユビキタス環境およびVR/AR環境における入力手法として、その現実的な実現が期待されている。本論文では、インタラクションにおける基本的な入力要素である「選択」を行うためのハンドジェスチャ入力手法について行った研究が述べられている。本論文ではいくつかのジェスチャ入力手法を提案しているが、いずれも指を動かす「タップ」あるいは「クリック」動作を空中で行うものである。これらの操作は、マウス等のボタンを押す、タッチパネルをタップするなど、現在では日常的に行われる動作に似せたものであり、利用者にとってなじみやすいであろうことが期待される。本論文では、これらの空中での指によるジェスチャを比較的高い精度で認識する手法を開発し、そのことを実装および評価することで実証した。

また、ジェスチャ単体だけでなく、それらを組み合わせたインタラクションについても、認識手法の面、あるいはインタフェース設計の面、それぞれについて良く検討を行っている。認識手法の面では、センサと手の位置関係が自由になるようにするなどの基本的なことだけでなく、手の各指を動かした場合に不随意的に動いてしまう他の指による誤動作を防ぐよう設計するなどの工夫があり、実験によりその効果が実証されている。インタフェース設計としては、手の位置、指の間の角度、指の折り曲げ度、などを考慮し、選択対象がかなり多いキーボード入力アプリケーションを設計・実装し、複数指を活用するシフト/コントロールキーなどの修飾キーの入力まで実現した。

以上のように、本論文では新規性・有用性が認められる複数の手法が提案され、博士論文として十分な内容を擁していると判断できる。

【最終試験の結果】

平成29年8月1日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。