



Title	Augmented Reality for Stabilizing Hand Tremors
Author(s)	王, 凱
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69620
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (Kai Wang)	
Title	Augmented Reality for Stabilizing Hand Tremors (手振れを安定化させるための拡張現実)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>Augmented Reality (AR) is a technology that displaying virtual information directly into real-world environment, has been wildly applied in many fields, such as entertainment, manufacturing, or education. In recent year, AR has been explored to help the impaired people, e.g. visually impaired, hearing impaired. I have developed AR to support hand impaired persons in human-computer interactions (HCI) and computer-mediated communication (CMC).</p> <p>Hand tremors are featured with involuntary shaking of hands, reduce level of hand capability to perform intentional activities. With widespread use of computers and touching panel, typing or touching becomes very common interactive way to access devices. However, it is difficult for trembling hands to type or touch devices, especially which having small densely placed targets, like keyboard. Traditional approaches that help trembling hands exist some limitations, including body burden, muscle fatigue, non-application of ordinary device, and rarely solve the problems of HCI and CMC of trembling hands. Therefore, in this thesis, I investigate approaches to facilitate individuals to use their trembling hand to directly interact with ordinary devices. I focus on two critical issues of hand tremors in HCI and CMC, develop AR to enhance individual with tremors in keyboard typing and reaching, and makes the following contributions.</p> <p>First, I investigate an approach of virtually stabilizing hand tremors and develop a projection AR system to support trembling hands to type ordinary keyboard directly. The approach includes stabilizing the images of hand tremor and virtually replacing physical keys, which helps the AR system estimate steady finger positions and ensures typing output. I have demonstrated that the AR system as well as the approach effectively support trembling hands to correctly type with ordinary physical keyboards under the condition of hand tremor movements. I have demonstrated that the approach has versatility and scalability for different interactive platforms and system environments, e.g. it is developed to gain stabilized virtual hand gestures in the AR system of chapter 3, and to steady the movement of projection based extended hand in chapter 4.</p> <p>Second, I propose optical see-through augmented reality system that visually stabilizing hand tremors to make individuals visually perceive their trembling hand to be stable. Under the system, individuals with hand tremors can feel they use a steady hand in interaction. The approach is synchronization and mixed reality between trembling hand and stabilized virtual hand with certain intensity ratio to produce a realistic typing experience of using steady hand. I calibrate different intensity ratios between virtual and real hand and investigate the best ratio that both promote tying performance and the proprioception of mixed hand. The approach shows a novel way, different from traditional physical suppression to make trembling hands stable in HCI, has advantage of no harm to user hands.</p> <p>Finally, to facilitate individual suffering from hand tremors as well as body tremors to interact with objects exceeding hand reach range, I develop a projection AR technology — “Extended Hand (EH)” for hand tremors. In particular, I investigate some methods, including “distance stabilization”, “touching area analysis”, and “combination”, which reduce the effect of inevitable magnified trembling touches and make the movement and gesture of projection extended hand to be steady. Through practical experiments, I demonstrate that the proposed approach can promote trembling hands to control EH steadily.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (王 凱)			
論文審査担当者	(職)		氏 名
	主査	教授	佐藤 宏介
	副査	教授	細田 耕
	副査	教授	原田研介

論文審査の結果の要旨

本論文は、バーチャルリアリティ分野において、エンターテイメント、産業、教育用途で実用化されつつある、バーチャル情報を環境に重畳表示する強調現実感（オーグメンテッド・リアリティ）技術を、手に運動障害のある利用者が情報機器を操作する際の支援に適用し、福祉用途、高齢者向けヒューマン・コンピュータ・インターフェース（HCI）とコンピュータ媒介コミュニケーション（CMC）の高度化について扱っている。

特に、手腕の筋肉が収縮、弛緩をリズミカルに繰り返す不随意運動である振戦（Tremor）は、多く人が発症し、不意な手の揺れから手の操作能力、指示能力が大きく低下し、日常生活の質を低下させがちである。本論文は、この振戦を有する利用者に対して、利用者の脳が思い描く、本来あるべき揺れていない自分の手をコンピュータグラフィクスで再現し、利用者の視界の中に重畳するという新規な方法論を提案し、通常の健常者向けキーボードやタッチデバイスであっても、震えた手をそのまま使って直接対話できるように自動補正する構成法を複数考案し、構成モデルの展開と実証実験からその操作性の向上や特性を解明している。

構成モデルの一つとしてキーボード操作が挙げられており、投影型の強調現実感システムを考案し、利用者の手ぶれは無加工のまま利用者の眼に視認されるが、手の像を撮影し画像処理と信号処理によって安定化させ、揺れのない手のモデルCG映像を重畳表示させる。加えて、構造的にキーの変更をしなくとも、入力キー値としては利用者の意図通りとなる独自のキーボード・リマッピング補正を組み合わせることで、あたかも利用者には揺れていない自身の手が正しいキートップをタップしたように感覚させることに成功している。このように、手は物理的に揺れている、キーボードマッピングは固定であるという現実の制約に対して、安定化され揺れのない手の見えを与え、その揺れていない手が押す正しいキーボードの見えが映る強調現実空間における、被験者の行動特性が初めて観測された。本実験から、完全に仮想物しか見せないバーチャルリアリティ空間ではなく、揺れる手が視覚的に残存している条件であっても、手運動に対する利用者の随意と、その随意に対応する手のあるべき見えの組み合わせの方が優先して知覚され、仮想の手であっても、安定化された、あるべき手の方をマイハンドと感じるという、ミクスト・リアリティ（複合現実）にも拡張可能な新たな知見と、仮想／現実重畳比が知覚特性に与える関係も明らかにしている。

これらの認知心理学的に新規な知見を得ているだけでなく、実際に手に震えにある情報機器利用者にとって、キーボード入力やタッチ操作の誤入力を抑制する福祉応用システムを、強調現実感の構成論で実装可能ということを実証しており、工学的にも高い有用性がある。

以上のように提案手法の新規性、有用性から、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。