

氏名	武之煒
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第5557号
学位授与の日付	平成29年 3月24日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	指の把持による長さ知覚に関する研究
論文審査委員	教授 呉景龍 教授 柳瀬眞一郎 教授 堀部明彦 准教授 高橋 智

学位論文内容の要旨

人間が手で物体を触り、指先で物体の形状を知覚する際、指先間の相互距離感覚および指先接触面の曲率などが影響していると考えられる。そのため、長さ知覚特性を知ることで形状知覚特性解明につながる。

手指の長さ弁別能力とその加齢変化に関する情報は、人間工学、ロボティクス、ロボット工学、福祉工学などの諸分野における基礎的な資料としても重要である。また、人間に限らず生物は成長していくが、能力は年齢によって異なってくる。高齢化社会を迎え、さらなる高齢者対応の福祉機器を進展と充実するために、手指の運動・感覚機能の加齢変化について調べる研究が不可欠である。

本研究では、人間の五本の指による長さ知覚能力と特性について調べた。また、右手と左手の各指の長さ知覚能力を検討した。さらに、作業記憶(ワーキングメモリ)に関する遅延時間課題と n-back 課題を用い、年齢によって長さ情報記憶能力に差があるか調べることで、長さ記憶の加齢効果を検討する。

五本指による長さ知覚実験では、各被験者の五本指に提示する長さは同一長さとは異なる長さの二種類があり、被験者が各指間で感じた長さの値を回答した。同一長さは各指に提示した長さの値が同じであり、異なる長さは各被験者が物を掴む際の各指間の距離に基づいた自然な提示長さである。実験結果は被験者の平均結果は五本指で同時に長さを掴む際、同一長さとは異なる長さの知覚能力と特性はほぼ同じであるが、被験者の個人結果では、異なる長さ知覚のほうがちょっと知覚誤差は大きい。また、人間は触覚情報のみで長さを知覚する時、実際の長さより短く感じる傾向がある。

右手と左手の長さ知覚実験では、各被験者の右手と左手の親指ともう一本の指に長さを提示し、被験者が指間で知覚した長さの値を回答した。長さ知覚実験において、右手と左手の長さ知覚能力の差が見られない。長さ知覚実験において、右手と左手の長さ知覚の差が見られない。実験結果は被験者が長さを知覚する際、数字で長さを回答する場合、5mm と 10mm 毎に回答する傾向がある。また、右手と左手の長さ知覚能力がほぼ同じである。右手と左手の各指も実際の長さより短く感じる傾向がある。

遅延時間に関する若年者と高齢者の長さ知覚実験では、15名の若年者と15名の高齢者の親指と人差し指に長さを二回で提示し、被験者が一回目と二回目で知覚した長さをどちらのほうが長いかを回答した。一回目と二回目の間、遅延時間がある。実験結果は若年者も高齢者も遅延時間が長くなるにつれて、長さ知覚精度が下がる。しかし、若年者と高齢者が遅延時間による長さ知覚能力の差がない。遅延時間は長さ知覚実験に影響を及ぼす。

n-back に関する若年者と高齢者の長さ知覚実験では、10名の若年者と10名の高齢者の親指と人差し指に長さを三回提示し、被験者が三回目で提示した長さを一回目か二回目の提示長さと比較し、長い回数を回答した(2-back)。3-back の実験は被験者の指に長さを四回提示し、四回目の長さとは一回目か二回目か三回目の長さとは比較し、長い回数を回答した。実験結果は若年者が高齢者より 1-back, 2-back, 3-back の条件で長さ知覚能力が優れる。若年者と高齢者は 1-back, 2-back, 3-back の条件で有意な長さ知覚能力の差がある。

論文審査結果の要旨

指先による物体の形状の知覚には、指先間相互の感覚及び指先接触面の曲率などが影響しているため、人間の長さ知覚特性を知ることは、形状知覚特性を解明するために重要である。これまで把持に関する研究が行われているが、物体の実際の長ささと人間が知覚する長さの関係、指位置の相互作用、左右の長さ知覚能力の際および長さ知覚の加齢効果の影響については、明らかにされていなかった。

本研究では、片手5本の指に対し自由な指間長さを提示できる実験装置を製作し、人間の五本指による長さ知覚能力について、指先の相互位置と知覚能力の関係、左右差、加齢効果などについて詳細に実験を行っている。

得られた研究成果は、主に六項目にまとめられる。

(a)人間は物の長さを掴んで知覚する際、実際の長さより短く知覚する傾向がある。

(b)五本指で同時に物体を掴む際、指相互の位置は長さ知覚能力にあまり関係しないが、小指については、他の指との感覚長さが異なると知覚誤差が大きくなる傾向がある。

(c)右手と左手の長さ知覚能力はほぼ同じである。

(d)順番に二つの物体を把持する時の時間間隔が長くなると、長さの知覚能力は低下する。しかしこの能力は若年者と高齢者ではあまり差が無い。

(e) n-backタスクにおいて、特に高齢者は長さの記憶量が増えると正答率が下がる。

(f) 人間の長さ弁別の閾値は2~3mmぐらいである。

本研究の成果は神経科学医用生体工学雑誌と国際学会に掲載されている。また、国際会議に参加して、関連分野の研究者と交流し、それらの研究成果が高く評価されている。本研究によって得られた成果は、人間の指の把持動作による物体知覚メカニズムの解明とヒューマンインタフェース等の応用に有用な基礎データである。よって、審査委員会委員は全員一致して、本論文は博士（工学）の学位授与に値すると判定した。