修士論文要旨

媒体を通じた触覚による人のかたさ知覚に関する研究

Haptic perception of remote objects via rigid probe

茂木　正晴（Masaharu Moteki）　　指導：三嶋　博之

1．研究の背景と目的

災害などで人が入り込めない危険エリアでの復旧活動において，建設機械の遠隔操作によって土木作業を行う無人化施工技術がある．しかしながら，建設機械に搭乗して操作することと比較して，遠隔操作では約２倍の作業時間がかかっている．このことは，災害復旧に迅速に対応し，国民の安全を確保するという点から大きな課題だといえる．

そこで，本研究では，遠隔によって建設機械を操作する上で未だ実装が不十分な触覚情報に注目し，その取得に関する実態を把握することとした．具体的には，媒体を介した人の能動触（アクティブ・タッチ）によるかたさ知覚の正確性と，その探索時の動作パターンを実験により検証することを目的とする．また，この実験結果に基づき，建設機械を操作する上での触覚情報の必要性と，獲得された技能による作業効率向上の可能性について考察する．

2．実験内容

建設機械オペレータを含む実験参加者44名に対して，かたさの異なる供試体をランダムに提示し，剛体（ABS樹脂製の棒）を媒体として供試体に触れさせ，供試体の材質に関する回答を得てその正解率を整理した．また，探索時の動作を解析するために，動画により実験状況を記録した．

実験で使用する供試体として，かたさの異なる６種類（ゴム，ウレタン，プラスチック，木材，コンクリート，鋼材，いずれも200mm×200mm×高さ100mm）を用意した．また，手で把持し，間接的に対象に触れるための媒体として，ABS樹脂製の探索棒（φ20mm×250mm）を用意した．

研究参加者は供試体が目視できないように遮蔽された箱の中で，①剛体を供試体に押しつけて振る，②供試体を擦る，③供試体を叩くといった探索を実施した．

実験により得られたデータについて，統計処理及び動作解析を行った．

3．結果

探索棒を供試体に押しつけて振る探索（①）では，正解率が平均0.430±0.167，変動係数0.389，探索棒で供試体を擦る探索（②）での正解率は平均0.648±0.167，変動係数0.257，探索棒で供試体を叩く探索（③）での正解率は平均0.494±0.141，変動係数0.286という結果となった．いずれもチャンスレベル0.167を上回る結果となった．

探索時の動作について，正解率が上位の参加者と下位の参加者について，動画記録を用いて比較検証した．結果として，正解率上位者と下位者の間に，特徴的な差異が見られた（図１）．正解率上位者は複雑な動きによる探索を行っているのに対して，下位者の探索動作では，単調な運動が繰り返される傾向が確認できた．

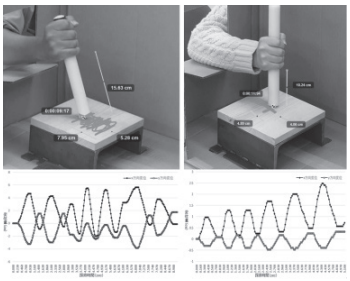


図１　正解率上位者（左）と正解率下位者（右）の運動の差異

4．考察

供試体の弁別については，擦る方法（②）で正解率が高い結果となっていたことから，表面特性すなわち肌理が重要な情報となっていたと考えられる．一方，押しつけて前後左右に振る方法（①）や，叩く探索方法（③）は，材料の内部特性を把握する手法として有効であると考えられるが，本実験においても一定の正解を得られることが確認された．土中の埋設物ではその表面の状態を擦って確認できない場合も多く，擦る以外のこれらの方法でもかたさの知覚が一定の正解率で可能であることが確認できた意義は大きいものと考えられる．

また，動作解析の結果から見られるように，正解率上位者では探索の動作が複雑なものとなっていた．これは，供試体から材質の特性を知るために，より多くの情報を積極的に得ようと環境に対してアプローチしていることの現れと考えられる．

5．今後の課題

正解率上位者に特徴的にみられる能動的な探索時に発生する振動や応力の把握といった工学的なアプローチと，ギブソン(Gibson. 1966)が述べている環境に存在する不変項を明らかにするといった生態心理学的アプローチの更なる融合が期待される．

文献

Gibson, J. J. (1966). T*he senses considered as perceptual systems.* Oxford University Press.（Gibson, J.J.（著）佐々木正人・古山宣洋・三嶋博之（監訳）(2011). ギブソン生態学的知覚システム－感性をとらえなおす－　東京大学出版会）