

2023年 2月 28日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学専攻
学位審査委員会
委員長

岡田 美智男



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Akhmad Alimudin		学籍番号	第199302号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学専攻	
博士学位論文名	Stable Matching under Dynamic Preference (動的選好順序の下での安定マッチング)			
論文審査の期間	2022年10月6日 ~ 2023年2月28日			
公開審査会の日	2023年2月24日		最終試験の実施日	2023年2月24日
論文審査の結果※	合格		最終試験の結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	三浦 純			
委員	大村 廉			
	石田 好輝			
	鈴木 幸太郎			

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

安定マッチングは、選好順序を持っている参加者間のマッチングで、互いに現在マッチしている相手よりも選好順序が高いペア（ブロッキングペアという）が存在しないものであり、安定マッチングを求める問題を安定マッチング問題という。例えば、臓器移植のドナーとレシピエントのマッチング、インターネットサービスの提供者と受給者のマッチング、研修医と病院のマッチングなど、現実には起こりうるマッチングが必要な多くの場合において、安定マッチング問題を解き安定マッチングを求める必要がある。また、選好順序が動的に変化する場合もあり、その場合には動的選好順序の下での安定マッチング問題を解く必要がある。

本論文では、短期的および長期的シナリオのもとで、動的選好順序の下での安定マッチングを求め評価する手法を提案している。第1章では、研究の背景、研究目的と本論文の貢献、論文構成について述べている。第2章では関連研究について述べている。第3章では、短期的シナリオ、すなわち選好順序が変化する度に安定マッチングを再計算して更新する場合において、効率的な再計算の手法を提案している。提案手法では、更新前のマッチングをできるだけ保存して安定マッチングを再計算することにより、再マッチングのコスト（新しい相手とペアを組み直すコスト）を既存手法よりも少なくでき、効率的である。第4章では、長期的シナリオ、すなわち（ある程度の期間にわたり選好順序の変化を観測することなどにより）選好順序の出現の確率分布が分かっている場合において、マッチングの安定度のより詳細な評価ができる手法を提案している。提案手法では、従来考慮されていなかった、評価したいマッチングがある選好順序においてもつブロッキングペアの状況を考慮している。具体的には、全ての選好順序における、ブロッキングペアの和集合の要素数と、ブロッキングペアの数の期待値という、新しい指標を導入し、それらを用いてマッチングの安定度のより詳細な評価ができる手法を提案した。第5章では、実際の計算タスクのスケジューラを用いて数値実験を行い、長期的シナリオでの提案手法の有効性を示している。第6章では、本論文の成果をまとめるとともに、今後の課題について述べている。

審査結果の要旨

本論文では、サービスの提供者と受給者のマッチングなど実際の利用シーンで起こりうる、選好順序が動的に変わる場合において、安定マッチングを求め評価する手法を提案している。

まず、短期的シナリオについては、従来手法では、選好順序が変化する度に安定マッチング全体を再計算していた。それに対して、提案手法では、更新前のマッチングをできるだけ保存して安定マッチングを再計算することにより、再マッチングのコストを削減している。特に、再マッチングのコストが大きい場合や、選好順序の変化が小さい場合、提案手法は効率を大きく改善することができる。

また、長期的シナリオについては、従来手法では、評価したいマッチングがある選好順序において安定マッチングであるか否かについてのみ考慮していた。それに対して、提案手法では、安定マッチングでない場合においてさらに詳細にブロッキングペアの状況を考慮することにより、2つの新しい評価指標を導入し、それらを用いたマッチングの安定度のより詳細な評価ができる手法を提案している。さらに、実際の計算タスクのスケジューラの場合において数値実験を行い、提案手法が現実の利用シーンにおいて効果があることを示している。

このように本論文では、動的選好順序の下での安定マッチングの計算および評価手法について、短期的シナリオにおいては従来手法よりも再マッチングのコストが効率的な手法を、長期的シナリオにおいては新しい評価指標を導入し従来手法よりも詳細な評価ができる手法を、提案していることから、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判断した。

(各要旨は1ページ以上可)

2023年 2月 17日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学 専攻

学位審査委員会
委員長

岡田 美智男



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Novera Istiqomah		学籍番号	第 199303 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学 専攻	
博士学位論文名	Anisotropy of subjective brightness revealed by pupillary response (瞳孔反応からみた主観的な明るさの異方性)			
論文審査の期間	2022年 10月 6日 ~ 2023年 2月 17日			
公開審査会の日	2023年 2月 17日	最終試験の実施日	2023年 2月 17日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	南 哲人			
委員	北崎 充晃		中内 茂樹	
		印		印
		印		印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は、瞳孔反応を指標として、ヒトの明るさ知覚の異方性について論じたものである。まず第1章ではヒトの明るさ知覚に関する従来知見を整理し、本研究で取り扱う問題について定義している。第2章において、瞳孔反応が明るさ知覚における認知的な要因を反映することを実験により確認している。続く第3章および第4章が本研究の中心的な成果であり、第3章では、刺激呈示位置と明るさ知覚を反映した瞳孔反応の関係を調べている。刺激には明るさ錯視を誘発するグレア刺激および錯視効果を有さないハロ刺激を周辺視野の上下左右に提示し、その際の瞳孔反応を計測・解析している。その結果、瞳孔反応の初期成分は刺激の種類による違いが見られたが、上下左右の間には違いは見られなかった。一方、後期成分には刺激呈示位置による違いと刺激種類と呈示位置の交互作用が確認されたことを示している。第4章は刺激位置を網膜位置ではなく、ヘッドマウントディスプレイを用いて外界中心座標系における上下左右として変化させた際の瞳孔反応を解析している。その結果、視野位置と同様、瞳孔反応の後期成分において刺激位置による違いが存在することを明らかにしている。第5章で網膜座標系、外界中心座標系における瞳孔反応の違いと明るさ知覚の異方性に関連すると考えられるメカニズムについて言及し、第6章で本論文を総括している。

審査結果の要旨

明るさは視知覚のなかでも重要かつ基本的な性質であり、古くから多くの研究者が取り組んできた。にも関わらず、解明が待たれる問題も依然として存在し、その一つが明るさ知覚の位置依存性、すなわち異方性である。本論文は、物理的な明るさ（すなわち輝度）に加えて知覚的な明るさを反映して変化する瞳孔反応に着目し、明るさ知覚の異方性について実証的に明らかにしようとするものである。

まず、明るさ知覚の網膜位置依存性を調べるために、周辺視野の上下左右に刺激を提示し、その際の瞳孔反応を調べたところ、瞳孔反応のうち刺激提示による対光反射以降の後期成分において、刺激を提示した網膜位置に依存した違いが見られることを明らかとしている（第3章）。具体的には上部視野のみにおいて、明るさ増強錯視が見られるグレア刺激に対して対光反射による縮瞳の後の散瞳が小さく抑えられることを示した。これは太陽など視覚系に危害を加える可能性がある光刺激がしばしば視野上部に現れることと符合しており、こうした外部刺激に対する一種の防衛反応である可能性について指摘している。

次に、網膜位置ではなく、外界中心座標系における明るさ知覚の異方性を調べるため、ヘッドマウントディスプレイを用いて、首を動かすことで、実験者の上下左右に刺激が提示されている刺激を観察する状況を作り出し、その際の瞳孔反応を計測している（第4章）。この場合も瞳孔反応の後期成分に刺激位置依存性が見られることを明らかにしているが、ここで注目すべき点は、刺激は常に視野の中心部に投影されているにも関わらず、外界中心座標系における刺激位置の違いが瞳孔反応に影響を与えることを初めて明らかにしたことである。すなわち本論文は、瞳孔反応が網膜に照射された視覚情報に加えて、眼球位置や身体姿勢などから求めた外界位置情報を用いて、刺激の性質を推定した結果に応じて、適応的に生成されていることを実証した成果として高く評価できる。

以上のように、本論文は明るさ知覚の異方性に関して、網膜座標系における位置の影響とともに外界中心座標系における位置の影響を実験的に明らかにしており、視覚科学における明るさ知覚の認知科学的理解、特に身体と知覚の関係に関する理解を深めることに大いに貢献している。このことは、例えばヴァーチャルリアリティなどの新世代視覚インターフェース設計における人間情報学的な基盤的知見を与えるものとして高く評価できることから、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。

（各要旨は1ページ以上可）

2023年 2月 17日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学 専攻
学位審査委員会
委員長 岡田 美智男

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	金塚 裕也		学籍番号	第 163326 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学 専攻	
博士学位論文名	Pupillometry and time perception: Temporal modulation caused by pupillary light reflex to luminance-controlled stimuli (輝度統制刺激が誘発する対光反射に伴う知覚時間変調)			
論文審査の期間	2023年 1月 12日 ~ 2023年 2月 17日			
公開審査会の日	2023年 2月 17日	最終試験の実施日	2023年 2月 17日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	北崎 充晃 			
委員	南 哲人 		中内 茂樹 	
	印		印	
	印		印	

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文はヒトの時間知覚の刺激依存性およびその背後にあるメカニズムについて、心理物理実験および瞳孔計測を通じて論じたものである。まず第2章において、時間知覚の文脈依存性、および瞳孔反応の認知要因に関する研究動向について議論し、共通する神経支配関係から両者の間に深い関係が認められることを述べている。第3章では、時間知覚が視覚刺激の色、具体的には赤か青かによって変化する現象について、これまでの既存研究の結果が一致を見ていないこと、その原因の一つとして、刺激の強度（特に明るさ）が十分に統制されていないことに着目し、赤と青の物理的輝度を揃えた条件に加え、瞳孔反応の大きさが等しくなるように両者の強度を揃えた場合の2つの条件において時間知覚の計測実験を行っている。まず、輝度を揃えた赤-青刺激対に対しては赤刺激に対して時間を過大評価することを明らかにした。一方で、瞳孔反応の大きさを揃えた赤-青刺激に対しては、時間知覚に違いは見られなかったことから、瞳孔径の違いが網膜に到達する光量の変化を引き起こし、それによる脳活動の違いが時間知覚に影響を及ぼしたと考察している。第4章では、錯視の一種であるグレア刺激を用い、平均輝度が同じであるハロ刺激を統制刺激として両者に対する時間知覚を比較している。第3章の結果と同様、大きな縮瞳を誘発するグレア刺激に対しては過小評価、より小さな縮瞳を示すハロ刺激に対しては過大評価することを示している。第5章において本論文を総括し、本研究の課題、今後の展望について述べている。

審査結果の要旨

時間は日常、頻繁に意識する対象であるにも関わらず、我々には時間そのものを直接的に知覚する器官が存在しない。こうしたことから古くから多くの研究者が時間知覚に関心を示し、その性質の解明に精力的に取り組んできたが、現在もなお、現象論的にもメカニズム的にも不明な点が多い。本論文は時間知覚の刺激依存性を、現象ごとに個別に説明するのではなく、瞳孔反応を通じて統一的に説明しようとするものである。

まず、古くから論争が絶えなかった赤-青刺激に対する時間知覚の相違に対して、厳密に統制された刺激を用いて時間知覚を計測し、赤刺激に対して時間が過大評価されることを明らかにしている。それだけでなく、その際の赤-青刺激に対する瞳孔反応の違いに着目し、瞳孔反応の大きさを統制した刺激に対しては時間知覚の違いが消失することを示した（第3章）。この結果は時間知覚を視覚刺激の特徴のみによって説明するだけでなく、瞳孔径という統一的な指標で予測可能であることを示しており、これまでの赤-青時間知覚論争に終止符を打つ画期的な成果である。本論文ではさらに、この瞳孔予測説を実証するため、平均輝度が同一で知覚的な明るさが増強されるグレア錯視がより大きな縮瞳を生じさせる点に着目した実験を実施している（第4章）。すなわち、知覚的な明るさの違いに伴って変化する瞳孔反応を利用し、グレア刺激とハロ刺激に対する時間知覚を比較した結果、瞳孔反応から予測される時間知覚の過大・過小評価が得られている。

以上、時間知覚の刺激依存性に対して、厳密に統制された実験によりその特性を明らかにするとともに、瞳孔反応を通じて統一的に説明することに成功しており、このことは時間知覚の認知科学的理解を深めるのみならず、例えばインターフェース設計における人間情報学的な基盤的知見を与えるものであり、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)

2023年 2月 17日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学 専攻

学位審査委員会

委員長

岡田 美智男



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	谷山 祐真		学籍番号	第 141302 号
申請学位	博士(工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学 専攻	
博士学位 論文名	Visual preference for color and object composition (配色構図と物体構図に対する視覚的選好)			
論文審査の 期間	2023年 1月 12日 ~ 2023年 2月 17日			
公開審査会 の日	2023年 2月 17日	最終試験の 実施日	2023年 2月 17日	
論文審査の 結果*	合格		最終試験の 結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	南 哲人			
委員	松井 淑恵		中内 茂樹	
			印	
			印	

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は配色と物体の空間配置が視覚的選好に与える影響について、心理物理実験、瞳孔計測、および脳波計測実験に基づき実証的に論じたものである。まず第2章において、情動や種々の視覚的特徴と選好の関係、またそれらを統合的に説明するモデルなど、これまでの先行研究を論じている。第3章では、視覚的特徴のなかでも絵画における色彩に焦点を当て、その配色と視覚的選好および瞳孔反応の関係を明らかにすることを目的とし、原画の配色とそれらの色相を反転させた疑似配色を対象とした選好実験および瞳孔計測について論じている。その結果、これまでに見たことが無い絵画であっても、原画配色をより好むこと、さらには原画と疑似配色に対する瞳孔反応にも差が見られることを示している。第4章では、配色間の主観的差異をオッドボール刺激に対するP3脳波成分に着目することで定量化し、色彩科学的に同程度の色差である場合でも、原画配色はそれ以外の疑似配色とは特異的に異なることを見出している。第5章および第6章では物体の向きに見られる選好について論じている。まず第5章において肖像画における顔が右向きの場合に特に好まれるという現象が存在することに言及し、その性質が顔特有のものであるか、普遍的に一般的な物体にも存在するかという点について論じている。選好実験の結果は、右向きに対する選好は顔以外の物体にも一部存在し、選好の強さはその物体の顔らしさと相関することを明らかにしている。第6章では第5章の結果を受け、オッドボール刺激に対するP3脳波成分を分析し、顔らしさと右向き選好の間に強い繋がりが存在することを示している。第7章において本論文を総括し、今後の展望を述べている。

審査結果の要旨

事物に対する好みは人それぞれであり、ヒトを対象とした実証的研究においては個人差の要因として取り扱われる場合が多い。一方、選好の性質は実社会においては常に関心の的であり、それ故しばしば直感や経験など、非科学的な言説によって説明され、それが流布される場合も少なくない。本論文はこうした選好の認知特性を科学的、実証的に明らかにしようとするものであり、極めて重要な意義を有するものである。

まず、絵画における配色を対象に、原画の色分布を色相回転させた疑似配色を生成し、原画配色を含めた選好計測実験を実施したところ、事前に見たことが無い絵画に対しても原画配色に対する選好が有意に高いことを見出している。さらにこうした行動実験に加えて、瞳孔反応(第3章)や脳波(第4章)においても、原画配色と疑似配色に対する応答の違いが見られることから、配色に対する好みは観察者の意図とは独立に自動的に計算されることを示している。また、観測された瞳孔反応は配色に対して感じられる自然さと相関関係が存在することも示しており、このことから配色に対する選好は処理流暢性(processing fluency)と深く関連していると主張している。これらの結果は配色に対する美的選好に関する極めて重要な発見であり、神経美学に対する大きなインパクトを有するものである。

また物体の空間的配置に対する選好に関して、行動実験(第5章)と脳波計測(第6章)を通じ詳細にその傾向を分析しており、従来知られていた肖像画の顔向きに対する選好バイアスが、顔のみならず車などの一般物体に対しても存在し、その強さは物体の顔らしさ(face-likeness)に依存して変化することを明らかにしている。

以上、絵画の配色や物体の向きに対する選好が個人差を超えた普遍性を有すること、こうした選好が瞳孔反応や脳波など生理反応に反映されることを明らかにしたことは、選好に関する基礎研究としてのみならず、プロダクト・デザイン等の人間情報学的理解を与える重要な基盤となるものであり、本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)

2023年 2月 14日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学 専攻
学位審査委員会
委員長 岡田 美智男

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	松崎 成道		学籍番号	第 163373 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学 専攻	
博士学位 論文名	Scene Recognition for Mobile Robots in Plant-rich Environments Considering Traversable Plants (植物繁茂環境における移動ロボットのための通過可能植物を考慮した環境認識)			
論文審査の 期間	2023年 1月 12日 ~ 2023年 2月 14日			
公開審査会 の日	2023年 2月 10日	最終試験の 実施日	2023年 2月 10日	
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	栗山 繁			
委員	内山 直樹		三浦 純	
		印		印
		印		印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

近年、周囲環境を認識して自律的に移動するロボットの応用範囲が拡大している。自律移動の実現には対象とする環境に適した認識、特に通過可能領域の検出が重要であり、さまざまな手法が提案されてきた。本論文は植物が繁茂する環境における移動を対象とし、深層学習のための既存のデータセットが存在しない環境に対する認識モデルの獲得、および柔軟な植物と接触しながら移動した経験の利用に基づく、通過可能性判定のためのモデル獲得についての、新たなアプローチに関する研究をまとめたものである。第1章では、研究の背景、研究目的と本論文の貢献、論文構成について述べている。第2章では関連研究について述べている。第3章では、対象とする環境のデータセットが存在しない場合に、異なる環境に対する複数のデータセットから対象環境の認識モデルを構築する手法について述べている。第4章では、人がロボットを誘導して得られた幾何学的な接触の情報から、通過可能な植物領域を判定するモデルを獲得する手法について述べている。第5章では、獲得したモデルの改善のために、人が通過可能な植物に触れる動作をロボットが認識し、利用する手法について述べている。第6章では本論文の成果をまとめるとともに、今後の課題について述べている。

審査結果の要旨

自律移動ロボットの実用化には周囲環境の認識、特に移動可能領域の認識が重要である。従来手法のほとんどは周囲物体の形状や位置といった幾何学的情報のみを用いて移動可能性の判定を行っていた。しかし、植物繁茂環境で経路上に植物の葉が存在する場合に、接触しながら通過することが可能であるにもかかわらず、幾何学的情報のみでは移動不可能という判定になる。そこで、環境中の接触可能な通過可能植物を認識することが必要になる。また、近年、画像認識は深層学習に基づく手法が主流となっているが、そのためには学習のためのデータセットが必要となる。しかしながら、個別の植物繁茂環境へ適用する際には、そのためのデータセットが存在せず、また環境ごとにデータセットを作成する手間は膨大になる。本論文ではこれらの課題を解決するための新たな手法を提案しており、高い新規性を有する。

本論文の主要な成果は以下のようにまとめられる。1) 個別環境の画像のセマンティックセグメンテーションにおいて、複数の異なるドメインの公開データセットを用いてモデル学習を行う手法を提案している。異なるドメインで学習された複数のモデルの合意に基づいて、個別環境のための仮ラベルを生成し学習に利用することで、個別環境用のデータセットを手動で作成することなく、認識モデルを獲得することができることを示している。2) 画像中の植物領域のうち通過可能である部分を判定するモデルの獲得のために、人がロボットを誘導して通過可能な植物領域に接触した経験を利用する手法を提案している。ロボットの移動軌跡と物体配置を Visual SLAM 手法で推定し、接触があった画像領域を通過可能とラベル付けすることにより正例のデータを取得し、PU (Positive-Unknown) 学習手法を適用して通過可能植物を判定するモデルを構築できることを示している。3) ロボットが通過可能植物を間違えて障害物と判断して停止したときに、人がインタラクティブに正解を教えることで、認識モデルを改善する手法を提案している。人が通過可能な植物に触れる様子を観察し、新たな正例として Few-shot 学習を行うことにより、同様の見えを持つ領域が正しく判定されるようにモデルが改善されることを示している。

これらの成果は、学術的に高い評価を受けており、また画像認識用学習データセット作成の簡便化手法を提案していることから、ロボティクス関連分野への幅広い応用が期待される。以上より、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。

なお、本学位論文は英語で記述され、成果発表および質疑応答は英語で行った。

