

文脈主導型、認識・判断・行動機能実現のための動的記憶システムの研究

< 研究の概要・目標 >	< 諸外国の現状 >	< 研究進展によるメリット >
<p>1 何を目標しているのか 人の行動の流れとその意味(文脈)を読み取り、状況を認識し、自ら判断・行動する能動型監視システムに必要な要素技術の確立とプロトタイプ開発</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>第 期の目標： 生理学的知見の計算論的理解とシステムの構成要素の統合 脳機能モデル化のための条件設定と脳内の諸領域の連合的動作機構の解明及びモデル化</p> </div> <p>2 何を研究しているのか 監視システムを想定し、TVカメラで取り込んで画像から注目すべき対象(動いている人等)を抽出し、追跡し、その行動パターンを読み取り、それを過去の記憶と照合して行動の是非を判断できるようなシステムを実現するためのハードウェアとソフトウェア及びそれらを支援するための生理学的研究</p> <p>3 何が新しいのか 人の行動の文脈を自ら学習・記憶し、判断する機能を脳の情報処理を模して工学実現しようとするのが新しい。</p>	<p>1 現状および我が国の水準 工学的研究については諸外国としのぎを削っており、一部については一歩進んでいるものもある。 ・視覚情報処理技術については諸外国としのぎを削っている。 ・実時間分散並列情報処理システム技術、動きのある物体を追跡する技術、神経回路を模倣したハードウェア技術の研究については我が国が進んでいる。 ・文脈の抽出・理解の研究については諸外国ともいまだ摸索段階にある。 生理学的研究については諸外国をしのいでいる部分が多いが、一部についてはしのぎを削っているところである。 ・判断機構の研究については諸外国としのぎを削っている。 ・学習・記憶機構については諸外国と肩を並べるに至っている。 ・視覚機能の研究については、サル等の動物を使った生理実験、モデル化の点で諸外国を抜いている。</p>	<p>1 世界の水準との関係 ・文脈主導型、認識・判断・行動機能の各要素技術の研究について諸 外国をリードすることが期待される。 ・これら要素技術を盛り込んだ能動型監視システムのプロトタイプを製作することができる。</p> <p>2 波及効果 ・本研究で開発される要素技術は個々で、従来人間が行っていたような知的監視作業に応用され得る。 ・人の脳内での記憶・学習・判断にかかる情報処理機構の解明の大きな手がかりを与える。</p>

実施期間： 期(平成13～14年度)

(将来の応用例) 店舗、オフィス、住居等における監視システム(人間の事故、異常行動を発見し、通報するシステム)

< 2年後の目標 > 能動型監視システムのプロトタイプ
部屋の中でヒトの動きを追跡し、その行為を認識し、いくつかの予備知識と多数の行為例を見ることから行為の正常異常を判別する能力を獲得し、異常な変化を判定し通報するシステムのプロトタイプの工学的実現、そのための要素技術の開発

	視覚特徴抽出機能	選択的注意、眼球・首運動制御技術	時間・空間関係連合機能	行為文脈読み取り・形成機能	行為文脈記憶・照合機能	並列情報処理システムの動的組織化技術
要素技術	複数の特徴を高速・並列に抽出するシステム (例：多数の人物の中から特定の人物を抽出)	文脈に応じ能動的に注視対象を選択し、首等の複雑な運動制御で高速・広範囲に対象を捕捉・追跡するシステム (例：抽出した特定の人物を追跡)	時間的前後関係、空間的位置関係を統合した関係連合モデル (例：抽出した特定の人物について入行から窓口での入金までの行動を学習)	対象の観察により行為文脈を読みとり、行為断片に意味を付与し、さらに行為文脈を学習する機能 (例：銀行窓口で入金するヒトを多数観察し、普通の入金行動を学習)	大量の視覚情報、3次元空間情報に基づき、大容量文脈記憶と照合し、類似の文脈を想起したり、全く未知であることを判定する機能 (例：銀行強盗等の行動を過去に学習した普通の入金行動と照らし合わせて異常な行動と判断)	抽出した文脈情報に従って、並列プロセスの組み合わせを動的に変更し、新たな状況に素早く適応できる視覚システム制御技術 (例：銀行強盗等の異常な行動を、次回以降、効率よく発見)
現状	複数対象の中から与えられた特徴を持つ対象を抽出するモデル(人・顔発見)	単一の運動光・物体を眼球で実時間(高速)で追跡するシステム	同時性を主とし空間的・特徴的関係の記憶と想起	動作の文節と簡単な行為(動作の連鎖)の理解と記憶	行動予測に辞書知識を利用するための大規模記憶システムシミュレーション	文脈受動型動的記憶システムのための実時間分散並列処理システムのハードウェア
工学系	㈱日本電気、産総研	東京大学	東北大学、筑波大学	九工大、産総研	筑波大学	
生理系	日本大学医学部	産総研	東京都神経研、東北大学医学系研究科、東京大学医学部、東北大学生命科学研究科、京大文学部、近畿大学医学部			

年次計画および所用経費

(単位:千円)

研究項目	担当機関	担当者	所要経費					合計
			第 期			第 期		
			H10	H11	H12	H13	H14	
1. 文脈主導型、認識・判断・行動機能を有した工学システム実現に関する研究								
(1) 脳型視覚情報処理の研究								
視覚情報処理モデルの評価	産業技術総合研究所	栗田 多喜夫	7,668	17,134	15,206	18,367	16,378	74,753
視覚情報抽出機構の研究	日本電気株式会社	岡島 健治	9,546	12,184	10,821	11,978	10,155	54,684
(2) 関係連合機能の自律的獲得機能の研究								
連合形成に必要な神経回路ブロックの研究	東北大学大学院工学研究科	三宅 章吾	4,145	7,793	2,966	2,842	2,431	20,177
関係の自律的獲得モデルの研究	工業技術院電子技術総合研究所(現:産業技術総合研究所)	西田 健次	9,417	11,881	10,707			32,005
関係表現の形成に関する研究	筑波大学機能工学系	森田 昌彦			6,154	7,450	6,030	19,634
(3) 文脈事象の想起・学習のソフトウェアモデルに関する研究								
時空間情報の自己組織化による文脈の抽出、判定	九州工業大学	石川 眞澄	5,959	6,681	6,836	6,239	3,504	29,219
時系列感覚・運動データと文脈記憶を連合させるニューラルネットモデルの研究	ソニーコンピュータサイエンス研究所	谷 淳	11,421	12,632	11,893			35,946
時系列データから行為単位を分節・識別するニューラルネットモデルの研究	産業技術総合研究所	麻生 英樹				15,807	11,195	27,002
(4) 注視行動の文脈主導組織化と行為認識機能に関する研究	産業技術総合研究所(東京大学大学院情報理工学系研究科)	國吉 康夫	30,987	49,248	48,605	33,243	34,462	196,545
(5) 大規模動的記憶システムに関する研究	筑波大学電子・情報工学系	平井 有三	30,568	24,721	13,361	12,533	11,675	92,858
2. 文脈主導型、認識・判断・行動機能を支えるアーキテクチャの研究								
(1) サルのワーキングメモリ機構の機能的構造の研究	(財)東京都神経科学総合研究所	渡邊 正孝	10,219	19,900	14,088	11,494	11,350	67,051
(2) ワーキングメモリとエピソード記憶、意味記憶の関連機構の研究	東北大学大学院医学系研究科	山鳥 重	7,656	8,343	7,508	6,940	6,300	36,747
(3) 記憶の形成・保持機構と検索・想起機構の解明に関する研究	東京大学大学院医学系研究科	宮下 保司	5,001	12,923	16,623	17,128	15,415	67,090
(4) 前頭連合野の光計測、fMRIによる機能的構造の研究	東北大学大学院生命科学研究所	飯島 敬夫	11,580	20,111	17,481	38,232	36,409	123,813
(5) ワーキングメモリでの時間コーディングを担う動的神経回路の研究	京都大学大学院文学研究科	櫻井 芳雄	4,800	5,305	15,382	11,001	11,200	47,688
(6) 選択的注意の神経機構の研究	産業技術総合研究所	河野 憲二	16,943	10,978	17,000	22,521	18,700	86,142
(7) 前頭連合野における三次元形態の知覚と認知の神経機構の研究	日本大学医学部	泰羅 雅登	12,298	13,335	12,201	10,137	10,300	58,271
(8) 前頭連合野の多点電極記憶法による機能的構造の研究	近畿大学医学部	稲瀬 正彦			7,263	7,818	8,283	23,364
3. 研究管理	埼玉大学工学部	吉澤 修治	5,218	4,582	5,642	6,373	7,773	29,588
所要経費 (合計)			183,426	237,751	239,737	240,103	221,560	1,122,577

研究成果の概要

本プロジェクトは、指数関数的に増大する処理速度と記憶量を持ちながら、基本的には予め定められた手順に従ってシステムに埋め込まれた記憶と環境入力との照合をとる作業に留まっている従来型の情報処理システムの閉塞状態を打破することを目的として、ヒトの持つ柔軟で能動的な情報処理機能を支えていると考えられる大脳前頭連合野のワーキングメモリーを中心とした認知・判断・行動機能を理解しその知見をガイドラインとして工学的実現のための基盤技術を構築する試みである。

このために、工学・情報科学研究者と脳を情報科学的に理解することを目指して研究を進めている生理学者との連携の研究チームを構成した。両グループとも「文脈」の表現と獲得を中心テーマにして研究を進めた。

第Ⅰ期の研究において、記憶・認知・判断機構に関する生理学的研究は極めて大粒な成果がえられた。一方、工学的には研究の達成度の指標として設定した「脳型能動監視システム」の工学実験の場となるハードウェアおよび生理研究の成果を取り入れた初期視覚情報処理系を完成した。これに対して、中間審査において生理学成果については極めて高い評価を得たが、工学系については具体的な成果を急ぎすぎているとご指摘を受けた。

そこで、第Ⅱ期においては、生理学的研究では前期にその存在証明が示された諸機能について工学的実現を可能するための状況設定や制約の解明とともに文脈主導型の認知・判断・行動機能の全体像の解明に努めた。一方、工学系では、行為文脈の抽出・表現および工学的情報処理方式の研究を展開するとともに生理学的知見の計算論的理解と進めて生理学系との統合に努めた。

具体的な成果はつぎの「サブテーマ毎の概要」に示すとおりであるが、本プロジェクトのかかげた「文脈主導型、認知・判断・行動機能」というテーマは極めて時宜を得た問題であり、生理学的には世界に誇りうる成果を収めることができたと思われる。工学系としては脳型能動システムを具体的に構成するにはいたらなかったが、実環境で動作するロボット構築の基盤技術の確立、大規模な文脈を扱いる情報処理方式の提案、さらに工学・情報科学研究者特にロボット研究者に「文脈」処理の重要性を認識させた効果は大きいと思われる

研究成果の発表状況

(1) 研究発表件数

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合計
国内	第 期 22 件	第 期 40 件	第 期 95 件	第 期 157 件
	第 期 22 件	第 期 41 件	第 期 94 件	第 期 157 件
国際	第 期 96 件	第 期 9 件	第 期 70 件	第 期 175 件
	第 期 102 件	第 期 13 件	第 期 62 件	第 期 177 件
合計	第 期 118 件	第 期 49 件	第 期 165 件	第 期 332 件
	第 期 124 件	第 期 54 件	第 期 156 件	第 期 334 件

(2) 特許等出願件数

第 期 1 件 (うち国内 1 件、国外 0 件)

第 期 2 件 (うち国内 2 件、国外 0 件)

合計 3 件 (うち国内 3 件、国外 0 件)

(3) 受賞等

第 期 4 件 (うち国内 4 件、国外 0 件)

1. 宮下保司:「上原賞」, 1999.

2. 岡島健治:「日本神経回路学会論文賞」, 1999.11

3. 宮下保司:「時実賞」, 2000.

4. 栗田多喜夫:「画像の認識理解シンポジウム優秀論文賞」, 2000.

第 期 1 件 (うち国内 1 件、国外 0 件)

1. 石川眞澄:「日本神経回路学会論文賞」, 2001.9.28.

(4) 主要雑誌への研究成果発表

Journal	Impact Factor	サブテーマ1	サブテーマ2	合計
Nature	30.432	0	1	1
Science	26.682	0	5	5
Nature Cell Biology	18.285	0	1	1
Nature Neurosci	14.857	0	4	4
Neuron	13.846	0	2	2
J Cell Biol	12.522	0	1	1
Current Opinion in Neurobiology	10.718	0	3	3
Proc Natl Acad Sci USA	10.700	0	5	5
J Neurosci	8.045	0	5	5
Brain	7.122	0	2	2
Cerebral Cortex	6.188	0	3	3
J Cognitive Neuroscience	6.096	0	1	1
Neuroimage	5.624	0	13	13
Neurology	5.340	0	2	2
Human Brain Mapping	5.076	0	2	2
J Neurochem	4.969	0	1	1
J Physiol Lond	4.650	0	1	1
European J Neurosci	4.163	0	6	6
J Comparative Neurology	3.848	0	2	2
J Neurophysiol	3.743	0	8	8
Learning and Memory	3.529	0	1	1
Neuroscience	3.457	0	4	4

Phil Trans R Soc Lond B	3.410	0	1	1
Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry	2.939	0	1	1
Neurobiology of Learning and Memory	2.417	0	1	1
Brain Research	2.409	0	1	1
Cognitive Brain Res	2.404	1	3	4
Neural Computation	2.313	1	0	1
Experimental Brain Research	2.300	0	7	7
Neuroreport	2.265	0	6	6
Neuroscience Letters	2.100	0	1	1
J Neurosci Method	1.889	0	1	1
Neuroscience Research	1.812	0	5	5
International Review of Neurobiology	1.787	0	1	1
Neural Networks	1.557	4	0	4
IEEE Trans. on Biomedical Engineering	1.525	0	2	2
IEEE Trans. on Neural Networks	1.479	1	0	1
Machine Learning	1.476	1	0	1
Brain Topography	1.412	0	1	1
J Clinical and Experimental Neuropsychology	1.333	0	1	1
Bioelectromagnetics	1.205	0	1	1
Brain Research Protocols	1.109	0	1	1
Brain and Cognition	1.093	0	2	2
Neurological Research	0.969	0	3	3
Cortex	0.942	0	3	3
Somatosensory and Motor Res	0.900	0	1	1
Autonomous Robots	0.760	1	0	1
Psychiatry and Clinical Neurosciences	0.669	0	1	1
Neurocomputing	0.620	1	0	1
Robotics and Autonomous Systems	0.544	1	0	1
Lecture Notes in Computer Science	0.515	1	0	1
Tohoku Journal of Experimental Medicine	0.494	0	1	1
Neural Computing and Applications	0.310	1	0	1
Advanced Robot	0.111	1	0	1