別紙様式第２号

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏　　名	西村 俊彦
学 位 の 種 類	博士（工学）
学 位 記 番 号	環情博甲第 382 号
学位授与年月日	平成 28 年 3 月 24 日
学位授与の根拠	学位規則（昭和 28 年 4 月 1 日文部省令第 9 号）第４条第１項及び横浜国立大学学位規則第５条第１項
学 府・専 攻 名	環境情報学府　情報メディア環境学専攻
学 位 論 文 題 目	（A Study of Automatic Tagging for Awake Craniotomy Records）
論 文 審 査 委 員	主査　横浜国立大学　教授　長尾 智晴 横浜国立大学　教授　田村 直良 横浜国立大学　教授　森　辰則 横浜国立大学　教授　岡嶋 克典 横浜国立大学　准教授　富井尚志

論文及び審査結果の要旨

医療技術が高度化する一方、先進的な医療技術の多くは熟練の医師の手技に依存しており、またその多くは経験や勘といった暗黙知に頼っている部分が多い。このため、熟練の医師の暗黙知を形式知化することで、手術に関する知識を集約し、若い医師のスキル向上に用いることが求められている。一方、最近では医療現場において各症例を電子的な情報として保管することが可能になった。例えば、術野を撮影するカメラを設置することで術者の手術手技を記録することができたり、手術室全体を俯瞰するカメラを設置することによって手術スタッフの動線を記録したりすることが可能である。手術現場の映像による情報は、手術工程の解析、手術方式の標準化などを行うにあたっての十分な情報を含んでいると考えられる。このため、手術中に得られる情報を用いて手術の分析や効率化を目的とした手術工程解析に関する研究が盛んに行われている。本論文では、東京女子医科大学 先端生命医科学研究所の協力の下、同研究所が既に多数蓄積している覚醒下脳腫瘍摘出手術の記録映像を対象とし、計算機を用いた画像・音声情報処理によって記録映像中の執刀医の行為や患者の反応などをイベントとしてとらえて意味付けを自動で行う“自動タグ付け”について検討するとともに、その有効性を検証したものであり、序論（第１章）と結論（第６章）を含めて６章から構成されている。

第２章「覚醒下手術と本論文に関連する従来研究について」では、提案する方式に関連する従来研究について述べている。覚醒下手術の目的と作業工程、脳腫瘍を摘出する際の範囲を決定するために重要な役割を果たす皮質マッピングについて述べた後、本論文で対象とした覚醒下脳腫瘍摘出手術の記録映像の構成と特徴について説明している。さらに、手術工程解析に関する従来研究について述べ、本論文の意義を明らかにしている。

第３章「術中言語検査における音声情報を利用したタグ付け」では、覚醒下脳腫瘍摘出手術における皮質マッピング過程のタグ付けについて述べている。覚醒下脳腫瘍摘出手術では、執刀医が患者を一時的に麻酔から覚醒させた状態にし、患者に絵を見せてその名前を答えさせるなどの簡単なタスクを与え、そのときの患者の反応速度や応答内容を調べることで、脳腫瘍周辺の脳の運動野や言語野などの位置を特定する。その際の執刀医の質問や、それに対して答える患者の音声を解析することで、執刀医が電気刺激を与えたタイミングや、患者の応答などを自動的に検出する方法について提案し、実験結果からその有効性を示している。

第４章「術中動画像情報を用いたタグ付け」では、第３章で求めた執刀医による電気刺激のタイミングなどを参考にし、記録された映像を解析することで、電気刺激が与えられた脳の表

面の位置を２次元的に決定する画像処理を提案している。具体的には手術記録映像に対して背景差分法で大まかな移動領域を決定した後、電気刺激を与えるプローブの先端構造を検出するとともに、その動きによってプローブの移動と押し付けを分離することで刺激位置を求めている。術野を撮影しているカメラは固定されているが術中に若干位置が変わることがあるため、皮質マッピング過程全体から求めた代表画像に各フレームでの刺激位置を写像することでカメラの移動の影響を排除している。実験により、提案手法によって信頼性の高い刺激位置の推定が行われていることを示している。

第５章「術野画像と MRI の対応付けによる機能野のタグ付け」では、第４章で求めた術野画像中の電気刺激位置を、患者に対してあらかじめ撮影した MRI 画像に対応づけることで、電気刺激位置の３次元位置を推定し、それによって機能野のタグ付けを実現する手法を提案している。実験により提案手法の有効性を示している。

第 6 章「結論」では、本論文の成果を総括している。

以上のように、本論文は、覚醒下脳腫瘍摘出手術における熟練医師の執刀における暗黙知となっていた皮質マッピングプロセスを、手術記録映像に対する画像・音声情報処理によって解析し、電気刺激の位置や患者の応答などを自動検出する自動タグ付けの手法を提案し、既存の手術記録映像に対して適用してその有効性を検証したものであり、学術的新規性および医学・医療分野への貢献度が高い。また、本論文の内容は共同研究者である東京女子医科大学先端生命医科学研究所の医学者によって高く評価されている。本研究の成果は、査読付き論文誌の正論文 1 編、正論文相当のフルペーパ査読付き国際会議論文 5 編、および多数の口頭発表、IEEE からの優秀論文発表賞の受賞などを通して公表され、いずれも高く評価されている。

以上から本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有すると審査委員全員一致して認め、平成 28 年 2 月 5 日(金)10 時 00 分から 11 時 30 分まで総合研究棟 1 階 S113 室において博士論文発表会(公聴会)を開催した。博士論文発表会では充実した質疑応答がなされた。

同日 11 時 30 分より 12 時 00 分まで、同室において審査委員全員出席のもと、西村俊彦君の博士論文最終試験を行った。はじめに同氏より同氏の博士論文「覚醒下手術記録映像への自動タグ付けに関する研究（A Study of Automatic Tagging for Awake Craniotomy Records)」の概要と、博士論文に関連する学術論文の公表状況、大学院講義の単位取得状況などについて説明があった。これに引き続き質疑応答を行った。審査員からは博士論文に関する質問、一般専門知識に関する質問などがあり、学力及び博士号取得資格の確認を行なった。発表論文については、学術論文（正論文）が 1 編、査読付国際会議論文（正論文相当）が 5 編採録されていることから、博士号取得の資格を充分に満たしていることを確認した。外国語については、本人が国際会議において英語で発表していることから学力を確認した。また、履修単位が修了要件を満たしていることを確認した。これらから、同氏は最終試験に合格であると、審査委員全員一致で判定した。

以上の論文審査委員会の結論に基づき、環境情報学府 情報メディア環境学専攻会議にて審議し、全員一致で本論文を博士（工学）の学位論文としての価値があるものとして環境情報学府教授会に付議することを決定した。その後、環境情報学府学務委員会での確認を経て、平成 28 年 3 月 7 日（月）に開催された環境情報学府教授会において審議を行い、無記名投票により、西村俊彦氏に博士（工学）の学位を授与することを決定した。