

受講者の心理状態を考慮した講義の自動撮影

大西 正輝†(正員) 村上 昌史††
 福永 邦雄†††(正員)

A Method of Computer-Controlled Camerawork for Lecture Video Considering Mental State of Students

Masaki ONISHI†, Member,
 Masashi MURAKAMI††, Nonmember, and
 Kunio FUKUNAGA†††, Member

† 理化学研究所バイオ・ミメティックコントロール研究センター, 名古屋市
 Bio-Mimetic Control Research Center, RIKEN, Nagoya-shi,
 463-0003 Japan

†† 三菱電機株式会社三田製作所, 三田市
 Sanda Works, Mitsubishi Electric Corporation, Sanda-shi,
 669-1513 Japan

††† 大阪府立大学大学院工学研究科, 堺市
 Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University,
 Sakai-shi, 599-8531 Japan

あらまし 講義やスポーツなどの自動撮影を目的とした研究が盛んに行われている。本論文では撮影対象として講義を取り上げ、受講者の心理状態を推定し受講者にとってより満足度の高い映像を人手を介することなく撮影する手法を提案する。

キーワード 講義, 受講者の心理状態, 自動撮影

1. まえがき

近年、デジタル技術の発展は目覚ましく、情報通信分野の飛躍的な発展をもたらすものとして期待されている。中でも放送メディアのデジタル化は、多チャンネル・高画質映像などのサービスを提供できることから注目されている。しかし、その一方で番組制作者は数多くのコンテンツを用意する必要があることから、映像生成に十分な人手や時間を費やすことが難しいという問題が生じており、映像生成の省力化が要求されている。このような映像生成の省力化の気運を背景として、カメラマンが撮影するような質の高い映像を自動的に撮影することを目的とした研究が行われている [1]~[3]。

これまでに提案されてきた自動撮影に関する研究では、撮影対象とするシーンから動画認識や音声認識などによってイベントを検出し、あらかじめ作成しておいた撮影規則に従って決定した注目領域を映像化する手法がとられている。例えば講義を撮影する研究 [2] では「講義者が板書している」場合には「講義者と板書」を撮影するといったルールを作成し、フットボールを撮影する研究 [3] では「ロングパスプレイで選手群が分散し始めた」場合には「フルショット」で撮影

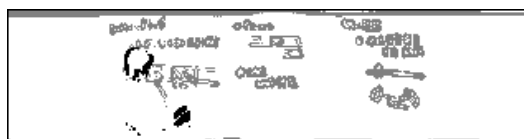
するといったルールを作成している。これらの研究において、撮影規則はイベントと撮影領域を対応させた if-then ルールを用いて経験的に記述されている。しかし、実際の撮影規則は明文化されている訳ではなく、あらゆる要素を盛り込んだ撮影規則を作成するのは難しいという問題がある。中でも「違和感のない映像」や「見やすい映像」といった、受講者の心理状態を反映させるようなルールを従来の if-then ルールを用いた自動撮影システムに与えるのは難しいと考えられる。

一方、人工知能の分野において人間の感情をモデル化し、それを工学的に応用する感情工学の研究が行われている [4]~[6]。感情工学は、人に近い高次の情報処理のための画期的機能と考えられており [4]、自動撮影に関する研究に感情工学の考え方を取り入れることで、if-then ルールを用いた撮影に比べて、より自然な映像を生成することができると考えられる [7]。

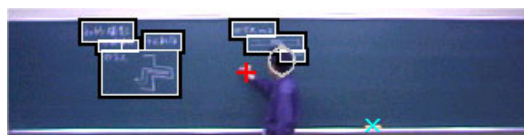
本論文では、撮影対象として黒板を使った講義を取り上げ、受講者の心理状態をモデル化し、受講者の映像に対する満足度がより高くなるように自動撮影を行う手法を提案する。

2. if-then ルールを用いた自動撮影

これまでに行われてきた黒板を用いる講義を対象とした自動撮影に関する研究 [2] では、if-then ルールを用いて撮影領域の決定を行っていた。従来手法では、まず時空間画像の断面図に対してエッジ処理を行うことで、動いている物体が生成する動エッジと静止する物体が生成する静止エッジを抽出し (図 1(a))、それらの分布から講義者の顔や手の動き、更には板書の意味的なかたまりを表す板書ブロックや黒板消しを抽出する (図 1(b))。そして、これらの状態から決定した講義者の動作認識結果をもとに、あらかじめ作成した



(a) Dynamic (black) and static (gray) edge image.



(b) Extraction of the lecture information.

図 1 状況理解結果

Fig. 1 Result of situation understanding.

表 1 撮影規則

Table 1 Rule of camera work.

イベント	撮影要求
1.“板書している”	講義者と板書に使用している 板書ブロック
2.“黒板を消している”	黒板全体
3.“板書について 説明している”	講義者と説明に使用している 板書ブロック
4.“学生に対して 説明している”	講義者（中心となるように）
5.“左に移動している”	講義者（左側に空きを作るように）
6.“右に移動している”	講義者（右側に空きを作るように）

表 2 アンケートの評価項目

Table 2 Evaluation items of a questionnaire.

1. 映像は見やすかった
2. 見たいところが見やすかった
3. 退屈な映像だった
4. 板書は見やすかった
5. 映像に対して違和感を感じた
6. 講義者の表情が分かりやすかった
7. 講義者の動きが分かりやすかった
8. 映っていないところを見たいと感じた
9. 授業を受けている感じがした
10. カメラの動きが気になった（パン・チルト）
11. カメラの動きが気になった（ズーム）

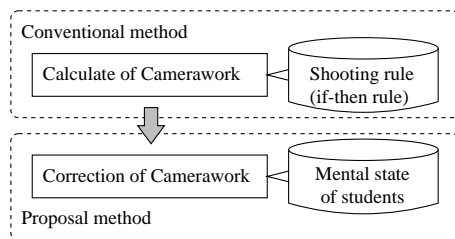


図 2 処理の流れ

Fig. 2 Flow of our approach.

表 1 に示す if-then ルールを用いて撮影領域を決めることで自動撮影を行った。しかし、このような撮影規則の作り方では、「違和感のない映像」や「見やすい映像」を撮影するといった感性にはたつきかける映像生成のための規則を作るのが難しいという問題や同じイベントはいつも同じ撮影方法になってしまうという問題があった。

そこで、本論文では従来手法 [2] を用いて、最終的に撮影する領域を決めるための撮影探索領域を決定し、以下で提案する受講者の心理モデルを最適にするように撮影領域を修正することで最終的な撮影領域を決める。処理の流れを図 2 に示す。このような 2 段階の処理を行うことで、従来手法によって決定した探索領域から大きく外れることなく、「違和感のない映像」などといった心理モデルを満足させるような映像生成が実現できると考えられる。

3. 受講者の心理状態のモデル化

受講者の心理状態を考慮して撮影領域を決定するためには、映像を見ている受講者の心理状態を推定する必要がある。本論文では、文献 [8] で提案された手法を応用することで受講者の心理状態を推定する。

3.1 映像に対する心理状態の基底抽出

映像に対する受講者の心理状態を調べるために、アンケート評価を行う。表 2 にアンケートに用いる評価

項目を示す。ここでは、映像の動きに対する受講者の心理状態の推定を目的としているため、アンケートの評価項目はカメラワークに関する項目のみを選出しており、講義が分かりにくいなどといった映像の内容に関する項目は除外している。被験者にアンケート用紙を配り、複数の映像を順に提示して、それぞれの映像ごとの各項目に対して、当てはまらない (1)、やや当てはまらない (2)、どちらともいえない (3)、やや当てはまる (4)、当てはまる (5) の 5 段階評価を行う。

そして、表 2 に挙げた評価項目が、いくつかの基底となる概念の線形和で成り立っていると考え、前述のアンケートによって得られた映像に対する主観評価値に対して因子分析を行い、その基底概念となる因子を次式で抽出する。

$$e_i = \sum_j \alpha_{ij} f_j + o_i \quad (1)$$

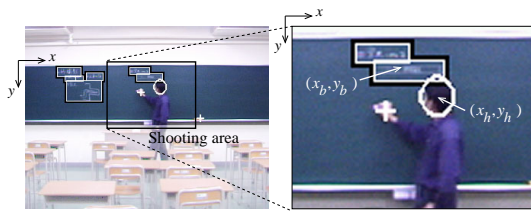
ここで、 $e = \{e_i | i = 1, \dots, s\}$ は被験者によるアンケート項目に対する主観評価値であり、 s はアンケート項目の数を表し、本論文では 11 である。また、 $f = \{f_j | j = 1, \dots, m\}$ は受講者の心理状態の基底概念である共通因子、 o_i は独自因子を表し、 m は抽出された共通因子の数を表す。また、 α_{ij} は因子負荷行列 $A_f (s \times m)$ の要素を表す。この因子分析によって、因子負荷行列 A_f と因子得点 f を推定することができる。

3.2 映像の物理パラメータの基底抽出

シーンを撮影する際に変化するカメラのパン速度・加速度や映像中の被写体の動きなどは、受講者の心理状態に影響を及ぼすと考えられる。本研究では受講者の心理状態に関係すると考えた 18 種の物理パラメータ (表 3) を抽出する。本研究では図 3 のように黒板全体を映し出す映像の一部分を拡大提示することで、仮想的なカメラワークを実現しており、表 3 の

表 3 映像から抽出する物理パラメータ
Table 3 Extracting image parameters.

1,2.	カメラ速度 (x, y)
3,4.	カメラ加速度 (x, y)
5.	ズーム率
6.	ズーム率変化の速度
7.	ズーム率変化の加速度
8.	撮影映像中の講義者の位置
9.	撮影映像中の講義者の速度
10.	撮影映像中の講義者の加速度
11,12.	撮影映像中の板書ブロックの重心位置 (x, y)
13,14.	撮影映像中の板書ブロックの重心の速度 (x, y)
15,16.	撮影映像中の板書ブロックの重心の加速度 (x, y)
17.	板書ブロックの中で撮影映像中に含まれる割合
18.	板書ブロックが撮影映像中に占める割合



(a) Whole image. (b) Trimming image.

図 3 物理パラメータの抽出

Fig. 3 Extraction of image parameters.

1 ~ 7 の項目は、従来手法 [2] によって決定した撮影領域とその時間変化によって計算することができる。また、8 ~ 10 の項目は講義者の頭部の位置 (図 3 (b) の (x_h, y_h)) とその時間変化によって求める。更には 11 ~ 18 の項目は、板書ブロックを抽出することを目的とした手法 [9] を用いて板書ブロックを抽出し、その重心位置 (図 3 (b) の (x_b, y_b)) と面積から算出する。これらの画像処理によって抽出できる物理パラメータは、アンケートに利用する映像の全フレームにおいて算出した物理パラメータをフレーム数で平均化したものを用いる。

次に、抽出した物理パラメータ間の冗長性を排除するために、得られた物理パラメータに対して次式の主成分分析を行う。

$$c_k = \sum_l \beta_{kl} p_l \tag{2}$$

ここで、 $p = \{p_l | l = 1, \dots, t\}$ は映像から抽出された物理パラメータの値であり、 t は抽出する物理パラメータの数を表し、本論文では 18 である。また、 $c = \{c_k | k = 1, \dots, n\}$ は主成分得点を表し、 n は抽出された主成分の数を表す。 β_{kl} は固有ベクトル行列 $A_c (n \times t)$ の要素を表す。この主成分分析によって固

有ベクトル行列 A_c を求めることができ、その結果物理パラメータ p から主成分得点ベクトル c を得ることができる。

3.3 受講者の心理状態と物理パラメータの対応付け

受講者の心理状態と映像中の物理パラメータの対応関係を調べるために、3.1 において得られた各因子の因子得点 f を目的変数、3.2 において得られた主成分得点ベクトル c を説明変数とする次式の重回帰分析を行う。

$$f_j = \sum_k \gamma_{jk} c_k \tag{3}$$

ここで、 γ_{jk} は重回帰分析によって得られる偏回帰係数行列 $A_m (m \times n)$ の要素を表す。この偏回帰係数行列 A_m は、受講者の心理状態の基底となる因子と物理パラメータの基底となる主成分の対応関係を表す。そこで、この A_m を用いることで、映像中から画像処理によって得られる物理パラメータを用いて、受講者の心理状態の基底である因子の因子得点を推定することができる。

4. 心理モデルを用いた自動撮影

画像処理によって抽出した 18 の物理パラメータから 3. で得られた心理モデル A_m を用いて受講者の心理状態が推定できる。推定した受講者の心理状態を用いて映像に対する受講者の満足度がより高くなるように自動撮影を行う手法について説明する。

4.1 受講者の満足度

3. で得られた偏回帰係数行列 A_m を用いることで、設定された撮影領域に対して得られる物理パラメータから受講者の心理状態を表現する基底である f_j の値を算出することができる。本論文では、この各因子得点 f_j の値を用いて受講者の満足度を満足度 S を式 (4) のように定義する。

$$S = \sum_j C_j f_j \tag{4}$$

ここで、 C_j は 3.1 で因子分析を行った際に得られた各因子の寄与率を表し、因子得点は満足度が高くなるように正負を調整している。 S をこのように定義することで、映像による受講者の心理状態への影響が大きい因子ほど満足度に大きく影響するようになり、受講者の満足度を効果的に表現できると考えられる。

4.2 撮影領域の決定

現在映し出されている映像の物理パラメータを求め、

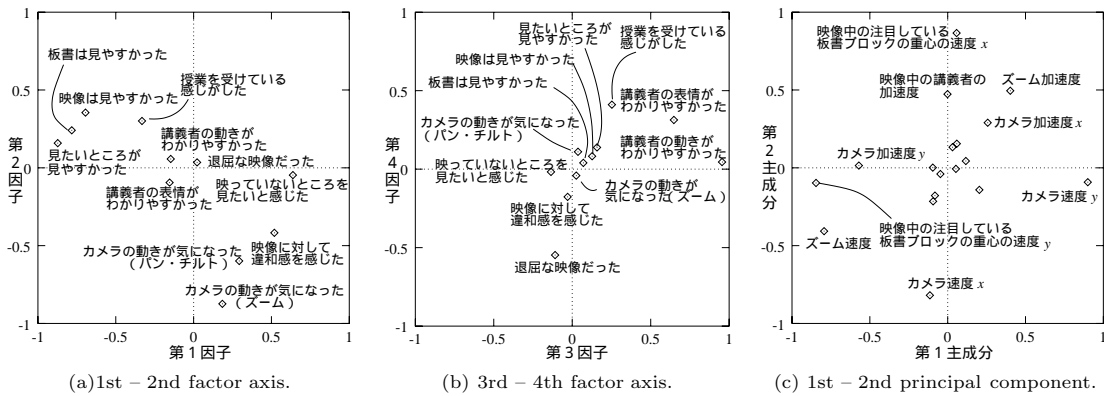


図 4 各アンケート項目の因子負荷量の配置図と物理パラメータの配置図
 Fig. 4 Positioning of questionnaire items and image parameters.

式 (2), (3), (4) を用いることによって, その映像を見ている受講者の満足度を推定することができる. この満足度の値を用いて撮影領域を決める.

まず, 2. で説明した if-then ルールを用いた従来手法 [2] によって算出した撮影領域を撮影探索領域とする. 次に, 得られた撮影探索領域付近においてカメラの視線位置とズーム率を微小量だけ様々に変化させた複数の撮影候補領域を設定する. そして, 各撮影候補領域において物理パラメータを算出し, そこから推定した受講者の心理状態を用いて, 各撮影候補領域に対する満足度を計算する. そして, 得られた満足度の値が最も大きい撮影候補領域を実際の撮影領域として映像化する.

このように従来手法によって求めた撮影領域の付近で高い満足度を有する領域を探索することで, 映像の大きな変化を伴うことなく, 効率良く撮影領域を求めることができる.

4.3 映像間のスイッチング

複数の位置に撮影カメラを設置した場合には, 撮影カメラのスイッチング方法が問題となる. 従来手法 [2] では, 複数のカメラ位置で撮影した映像に対して “講義者が使用している板書がよく見える” などの映像評価値を計算し, その値が最も高いカメラ位置にスイッチングを行う手法が提案されているが, 本手法では映像評価値だけではなく, 式 (4) による満足度も比較し, 映像表価値と満足度の両方が高い映像を映し出すカメラ位置にスイッチングを行う.

5. 実験及び考察

5.1 受講者心理モデルの作成

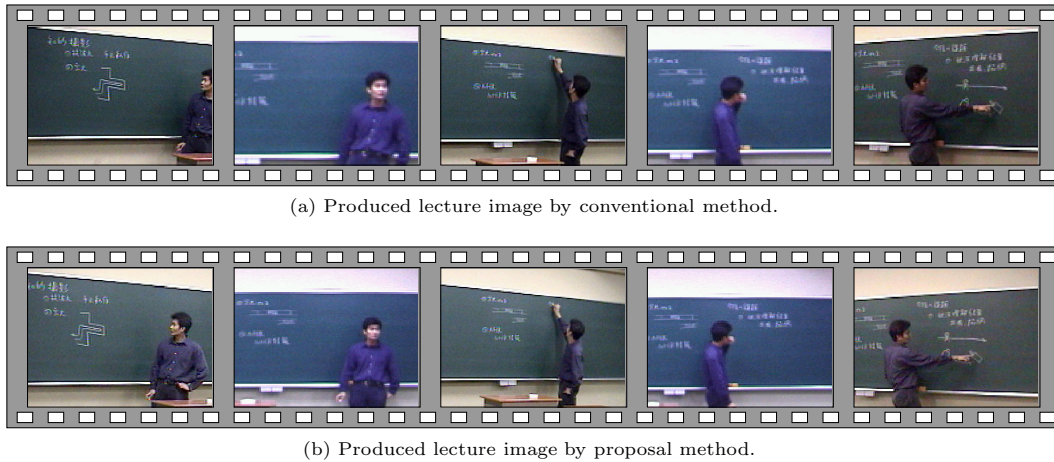
受講者の心理モデルを作成するために, 従来手法 [2]

で得られた映像を用いて, 映像に対する受講者の心理状態と映像中の物理パラメータの対応関係を調べた. アンケート評価を行う映像が長すぎると映像に対する受講者の心理状態の変化が多くなり, 物理パラメータと心理状態の相関関係が調べにくくなると考えられるため, アンケート評価及び物理パラメータの抽出に用いる映像は, 一つの行動を継続している約 10 秒程度の長さのものを 50 本用いた. 講義者が “板書している” 映像が 27 本, “学生に対して説明している” 映像が 12 本, “板書について説明している” 映像が 11 本である. アンケート評価を行った被験者は大学の学生 10 人である.

アンケートによって得られた主観評価値に対して因子分析を行った結果を表 4 に示す. ここでは, 軸の名称を容易に決めることのできた第 4 因子までを用いることにする. 抽出された各因子に関して各アンケート項目の因子負荷量をプロットしたものを図 4 (a), (b) に示す. 第 1 因子の軸の絶対値の大きいところに “板書は見やすかった”, “見たいところが見やすかった”, “映っていないところを見たいと感じた” などといった項目が配置されており “板書に関する注目 - 拒否” の軸になると考えられる. これらの “注目 - 拒否” や “快 - 不快” などの軸は, 一般的な心理学において報

表 4 抽出された因子と因子軸の名称
 Table 4 Extracted factors and name of factor axes.

因子	寄与率	累積	軸の名称
1	25.5%	25.5%	板書に対する注目 - 拒否
2	14.7%	40.2%	映像に関する快 - 不快
3	13.9%	54.1%	講義者に対する注目 - 拒否
4	5.84%	60.0%	映像に対する理解 - 飽き



(a) Produced lecture image by conventional method.

(b) Produced lecture image by proposal method.

図 5 講義の自動撮影結果

Fig. 5 Automatic shooting result of a lecture video.

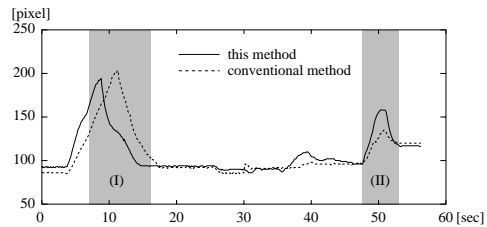
告されている心理の軸とも一致している。

次に、画像処理によって抽出した 18 個の物理パラメータに対して主成分分析を行い、累積寄与率が 80% を超える八つの主成分をとった。一例として、第 1 主成分と第 2 主成分の主成分負荷量の軸に対して、比較的大きな主成分負荷量をもつ物理パラメータを配置したものを図 4 (c) に示す。第 1 主成分はカメラのチルトの動きに関する主成分を表し、第 2 主成分はカメラのパンの動きに関する主成分を表していると考えられる。

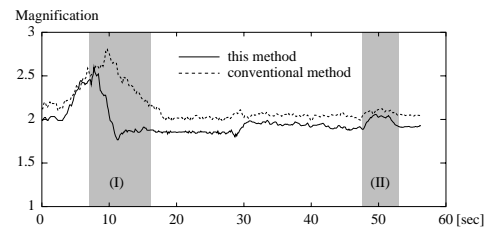
5.2 受講者の満足度を考慮した自動撮影

因子得点と主成分得点から得られた偏回帰係数行列を用いて、映像の物理パラメータから表 4 の軸に相当する受講者の心理状態を推定することができる。この各因子軸における因子得点から受講者の満足度を算出し、その満足度がより大きくなるように撮影領域を決定して映像を生成した。図 5 (a) に従来手法による撮影映像を示し、(b) に提案手法による同時刻の撮影映像を示す。

撮影カメラの動きを評価するために、撮影カメラの時間的な変化を図 6 に示す。本手法では入力画像の一部分を拡大提示することで、仮想的なパン・チルト操作やズーム操作を行っている。図 6 (a) は、水平方向の撮影位置（カメラのパン操作に相当）を示し、(b) は撮影倍率を示す。それぞれ実線が提案手法の時間変化を表し、点線が従来手法 [2] の時間変化を表す。提案手法は従来手法 [2] に比べて撮影時の倍率が低くな



(a) Change of horizontal position (pan operation).



(b) Change of magnification.

図 6 撮影カメラの時間変化

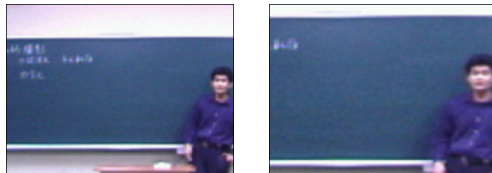
Fig. 6 Time change of shooting area.

ることが多かったため、カメラのパン・チルトの無駄な動きが少なくなった印象を受けた。

カメラの動きを定量的に評価するために、水平方向の撮影位置の時間差分によって速度・加速度・躍度を求めた。躍度とは加速度の変化を表す。表 5 に図 6 における速度、加速度・躍度の二乗平均平方根を示す。従来手法に比べてカメラの移動速度は大きいものの加速度や躍度が小さいことから滑らかなカメラの動きを実現できていることが分かる。

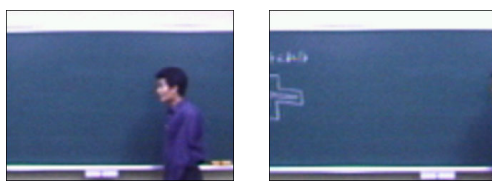
表 5 カメラの動きの評価

Table 5 Evaluation of a camera motion.			
	速度	加速度	躍度
従来手法	0.078664	0.077698	0.134645
提案手法	0.083780	0.055350	0.092306



Proposal method. Conventional method.

(a) Example in area (I).



Proposal method. Conventional method.

(b) Example in area (II).

図 7 撮影映像の例

Fig. 7 Example of shooting images.

次に、あらかじめ作成しておいた撮影規則にない撮影方法が発生した例について説明する。図 6 で網をかけた領域 (I) において、従来手法では主にパン操作を行うことで講義者を追跡しているが、提案手法による撮影では従来手法ほどパン操作を行うことなく、ズームアウトすることで講義者と板書領域を含めるように撮影している。図 7 (a) に領域 (I) における撮影映像の一例を示す。左の画像が本手法によって得られた撮影映像で、右の画像が従来手法によって得られた撮影映像である。このような撮影方法は、撮影規則としてルール化されていないにもかかわらず、約 15 分間の講義撮影の中で 3 回見られた。

また、網をかけた領域 (II) では、講義者の移動速度が速かったため従来手法では映像から講義者を外すことがあったが、提案手法による撮影では大きくパン操作を行うことで、講義者を映像内に収めることに成功している。約 15 分間の講義撮影の中で、このような現象が 7 回見られた。図 7 (b) に領域 (II) における撮影映像の一例を示す。左の画像が本手法によって得られた撮影映像で、右の画像が従来手法によって得られた撮影映像である。従来手法では講義者がほとんど映っていないが、提案手法では講義者を映像に収める

ことができている。

表 4 から明らかなように講義映像の評価には講義者や板書が大きな要因を占めている。このため講義者や板書が映像に映っていない場合には、アンケート評価が低くなってしまふことから、提案手法を用いた自動撮影では、パン操作やズームアウトを行うことで講義者や板書を映像中に収めることができたと考えられる。特に講義者を撮影映像中から外した時間を目視で調べると、従来手法では 19.7 秒 (10 回) であったのに対して、提案手法では 4.5 秒 (3 回) に抑えられていることが分かった。

5.3 考察と今後の課題

受講者の心理状態を推定し、その満足度が大きくなるように撮影する本手法について考察する。

(1) 受講者の心理状態を考慮した自動撮影手法

受講者が映像に対して感じる「違和感」や「飽き」といった心理状態を推定するために、アンケートで得られる映像に対する主観評価と画像処理によって得られる映像中の物理パラメータとの対応関係を調べ、その対応関係を受講者の心理状態を表すモデルとした。このモデルの満足度が高くなるように撮影領域を決定することで、映像に対して受講者が感じる「板書に対する注目」や「映像に対する快」などの度合を推定することができ、満足度の高い映像を生成することができた。

(2) 自動撮影映像の評価

心理状態を考慮した自動撮影手法によって得られた映像は、従来手法による映像に比べて、比較的ズームアウトで撮影されており、違和感を感じさせるカメラの動きを回避することができていた。そのため、講義者の行動がたびたび変化した場合にでも従来手法に比べてカメラワークの変化による映像の違和感が和らいだ印象を受けた。従来手法では、「映像の動きに関する違和感をなくすように撮影する」といったルールを計算機に取り込むことが難しかったが、提案手法では、受講者の心理モデルの満足度が高くなるように撮影することで、前述のような撮影を実現することができた。また、提案手法による自動撮影手法は、ズームアウトしながらパンするなどの撮影規則に記述していない撮影方法で講義者や板書を映像化する現象も見られ、「飽き」などを軽減する働きもあると考えられる。

(3) 心理の蓄積による自動撮影への応用

提案手法では、映像から時々刻々と得られる満足度を計算し、その瞬間の満足度が大きくなるような映像

生成を試みた。しかし、受講者が映像から受ける心理状態は、そのときの受講者の心理状態によって変化することも考えられ、映像のつながりや流れなども心理状態を変化させる重要な要素になり得る。そこで、心理状態を蓄積していくことによって、長い時間不快な映像が続いた場合には急速に不快を取り除く映像を作成するなど式(4)の重み C_j を心理状態によって変化させる方法も考えられる。また、映像の内容に関する満足度は画像処理のみによって満足度を計算する本手法では求めることができず限界がある。映像生成の際に受講者とのインタラクションによって明示的に受講者が意思表示することで、受講者の満足度を満たす映像生成を行うなどの手法も考えられるが、今後の課題とする。

(4) 他シーンへの適用

提案手法による心理モデルは、画像処理によって抽出する物理パラメータとアンケートによって得られた主観評価を統計的手法を用いて対応付けすることで、物理パラメータからアンケート評価値を推定している。本論文では遠隔講義などの需要が多いことから、自動撮影の対象として黒板を用いた講義を選んだが、撮影対象に合わせたアンケート評価項目と物理パラメータを選出することができれば、他シーンにも適用可能であると考えられる。ただし、動画像処理によって抽出する物理パラメータによって映像の内容を評価することは難しいため、カメラの動きによる映像の飽きは検出できたとしても、コンテンツの内容に対する飽きを検出することは難しい。このため、本手法はカメラワークの変化によって比較的映像の演出を行いやすいスポーツなどの撮影に有効であると考えられる。

6. むすび

本論文では、講義映像を撮影する際に、動画像処理によって抽出した映像に関する物理パラメータから受

講者の心理状態を推定し、映像に対する受講者の満足度がより大きくなるような自動撮影手法を提案した。また、実際に講義映像を自動的に撮影するシステムを構築し、従来の手法ではルール化の難しかった撮影を実現することができた。今後の課題として心理状態の時間的蓄積を考慮した自動撮影や受講者とのインタラクションによる自動撮影、更には講義以外の撮影対象に適用することなどが挙げられる。

文 献

- [1] C. S. Pinhanez and A. F. Bobick, "Approximate world models: Incorporating qualitative and linguistic information into vision systems," Proc. AAAI'96, pp.1116-1123, Aug. 1996.
- [2] 大西正輝, 村上昌史, 福永邦雄, "状況理解と映像評価に基づく講義の知的自動撮影," 信学論 (D-II), vol.J85-D-II, no.4, pp.594-603, April 2002.
- [3] 井口泰典, 土居元紀, 眞鍋佳嗣, 千原國宏, "スポーツ映像放送のための実時間映像解析によるマルチカメラの自動制御と自動スイッチング," 映情学誌, vol.56, no.2, pp.271-279, Feb. 2002.
- [4] 岡田直之, "感情の工学的応用の動向と課題," 日本ファジイ学会誌, vol.12, no.6, pp.722-729, Dec. 2000.
- [5] L. D. Cañamero "Building emotional artifacts in social worlds: Challenges and perspectives," 2001 AAAI Fall Symposium, Technical Report FS-01-02, pp.22-30, Nov. 2001.
- [6] 牛田博英, 平山裕司, 中嶋 宏, "自律的行動決定モデルに基づくインタフェースエージェント," 信学論 (D-II), vol.J82-D-II, no.10, pp.1655-1665, Oct. 1999.
- [7] 村上昌史, 大西正輝, 福永邦雄, "視聴者の心理モデルを考慮したシーンの映像化手法," 信学技報, PRMU2001-198, Jan. 2002.
- [8] 森山 剛, 斎藤英雄, 小沢慎治, "音声における感情表現語と感情表現パラメータの対応付け," 信学論 (D-II), vol.J82-D-II, no.4, pp.703-711, April 1999.
- [9] 大西正輝, 泉 正夫, 福永邦雄, "講義映像における板書領域のブロック分割とその応用," 信学論 (D-I), vol.J83-D-I, no.11, pp.1187-1195, Nov. 2000.

(平成 16 年 2 月 2 日受付)