5K-09 マルチユーザに対する講義の実時間映像化法

宮崎英明† 亀田能成‡ 美濃導彦‡

† 京都大学大学院工学研究科

‡ 京都大学総合情報メディアセンター

1 はじめに

講義室に配置された複数の首振りカメラを用いて、複数のユーザがそれぞれ望むように講義を実時間で映像化する方法を考える。

講義を映像化するとき、ユーザが望む映像化法は講義室内の動的物体の状態によって変わってくる。従って、講義のマルチユーザに対する映像生成のためには、まず、講義室内の動的物体の状態を観測し、その状態から講義室内で行われていることを講義の状況として識別して、状況に応じて出来るだけ多くのユーザの望むカメラワークを選択し、このカメラワークを実現するようにカメラの制御を行う。本稿では、特にカメラワークの選択法と選択されたカメラワークをカメラに割り付けるときに起きる急激な映像の変化の問題の解決法について述べる。(観測・カメラの制御の方法については文献 [1] を参照。)

2 映像化法の記述

映像化法の記述は講義の状況の表現とそれに応じたカメラワークから成る。

講義の状況は、講師が生徒に話している、講師が黒板を使って生徒に話している、講師が黒板を書いている、生徒が反応している、生徒が黙っているの 5 つがある。

カメラワークは [2] を参考にすると表 1の 3 項目からなる

各ユーザは各状況毎に表 2のように映像化法を記述する。状況 a になったとき、撮影対象 1 ~ n までのカメラワーク全てが発火する。また、状況は 2 つ以上同時に起こることもあり、全て同様にカメラワークを発火させる。このように各ユーザから複数のカメラワークが発火するがカメラの台数が限られているので、多くのユーザの望みを満たすカメラワークを選択する必要がある。

表 1: カメラワーク

項目	値
撮影対象	lecturer,student,blackboard
カメラレンジ	extreme close(0),close(1),midium(2), full(3),long(4)
カメラの撮影方向	front(0°),right front(45°), right(90°), right back(135°),back(180°), left back(225°), left(270°),left front(315°)

表 2: 映像化法の記述

(状況 a (撮影対象 1 カメラレンジ 1 撮影方向 1)
...
(撮影対象 n カメラレンジ n 撮影方向 n))

3 カメラワークの選択

ユーザが N_{usr}人、発火したカメラワークが N_{cw}種類、カメラが N_{cam}台のときに最も多くのユーザを満足するカメラワークの組合わせを選択する方法を考える。ユーザ $i(i = 0, 1, \cdots N_{usr})$ がカメラワーク j $(i = 0, 1, \cdots N_{cam})$ を支持するとき、m_{ij}が 1、そうでないとき 0 となる行列をMとする。このとき、最も多くのユーザを満足させるために次のようなアルゴリズムでカメラワークを決定する。

1. $r \leftarrow N_{cam}$。
2. 行列Mを求める。
3. $\max_j \sum_i m_{ij}$となる jをカメラワークとして採用する。$c \leftarrow j$。
4. $r \leftarrow r - 1$。もし、rが 0 なら終了。
5. $\{i|m_{ic} = 1\}$ となる行を取り除き、2 に戻る。

4 カメラへの割り付け

講義の状況に応じて選択されたカメラワークをカメラに割り付けることでユーザに映像を提供するが、ユーザが見ている映像を提供するカメラ (提供カメラ)

A Real-time Method of Making Lecture Video for Multi-User
MIYAZAKI Hideaki †, KAMEDA Yoshinari ‡, MINOH Michihiko †
† Graduate School of Engineering, Kyoto University
‡ Center for Infomation and Multimedia Studies, Kyoto University
E-Mail: miyazaki@kuis.kyoto-u.ac.jp
URL: http://www.imel1.kuis.kyoto-u.ac.jp

が変わるとき、そのカメラ間でのカメラワークやカメラ位置の変化のために急激に視野が変わり見にくい映像となる。これを解消するために、カメラ間の視野が近い時点でのユーザの提供カメラの切り替えとマスターショット(講義室全体を撮った画像)の挿入の2つを用いる。ここで、2つのカメラの視野$V_i(i=0,1)$間の近さ(距離)$D(V_0,V_1)$を次のように定義する。ただし、V_iはカメラワーク$CW_i(obj_i,rng_i,dir_i)$(表1),カメラの位置ベクトル$\vec{p}_i$から成る。

$$
\begin{aligned}
D(V_0,V_1) &= D_{cw}(V_0,V_1)+D_{cam}(V_0,V_1)\\
D_{cw}(V_0,V_1) &= \begin{cases} \infty, & obj_0 \neq obj_1 \\ a\Delta\theta + b\Delta\varphi & obj_0 = obj_1 \end{cases}\\
D_{cam}(V_0,V_1) &= c\cos^{-1}\frac{(\vec{p}_0-\vec{l}_0)\cdot(\vec{p}_1-\vec{l}_1)}{|\vec{p}_0-\vec{l}_0||\vec{p}_1-\vec{l}_1|}
\end{aligned}
$$

$\Delta\theta$:dir_0とdir_1の角度差、$\Delta\varphi$:rng_0とrng_1の値の差、$\vec{l}_i$:obj_iの位置ベクトル、 a,b,c:係数

2台のカメラの視野が$V_0 \to V_0'$、$V_1 \to V_1'$に変わるとき、あるユーザの提供カメラの視野が$V_0 \to V_1'$に変わるときを考える。

1. $D(V_0,V_1) >$ 閾値 and $D(V_0',V_1') >$ 閾値のとき
   $V_0 \Rightarrow mastershot \Rightarrow V_1'$ *Type-1*

2. $D(V_0,V_1) \leq D(V_0',V_1')$ のとき
   $V_0 \Rightarrow V_1 \to V_1'$ *Type-2*

3. $D(V_0,V_1) > D(V_0',V_1')$ のとき
   $V_0 \to V_0' \Rightarrow V_1'$ *Type-3*

$\Rightarrow$はユーザの提供カメラが切り替わるときを示す。このように、カメラワークの割り付け前後のどちらかカメラ間の視野が近いタイミングで提供カメラを切り替えることにより急激な視野の変化を防ぐ。

このようにユーザの提供カメラの切り替え法を決定した後、カメラにカメラワークを割り付ける。まず、マスターショットとなるカメラを用意する。次に、1、2のユーザの提供カメラを切り替える。全てのカメラにカメラワークを割り付ける。割り付けが終了後、1、3のユーザの提供カメラを切り替える。

5 実験

本システムを10人のユーザで実行した結果を示す。図1は各ユーザが要求するカメラワークC_iの遷移とそれが満足されている期間を線分で表す。図2には4節で述べた$Type\text{-}2$、$Type\text{-}3$の切り替えの映像の流れとその距離を示す。本手法では$Type\text{-}3$が選択され急激な視野の変化を軽減していることが分かる。

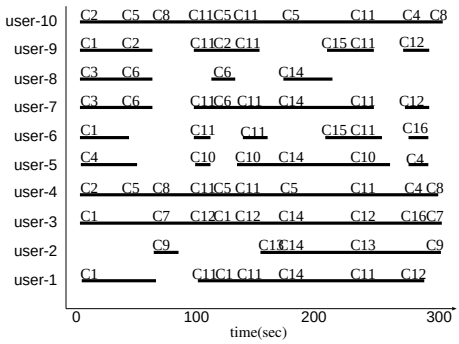

図 1: 各ユーザのカメラワーク遷移

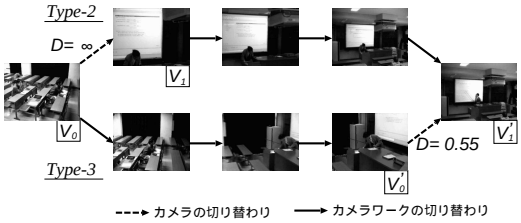

図 2: 映像の切り替え

6 おわりに

複数のユーザに講義の映像を生成するために、各ユーザの提示するカメラワークを選択してカメラを制御する方法について述べた。実験により各ユーザ望む映像の生成と急激な映像の変化を軽減できることを示した。今後は、スポーツ撮影など他分野への応用を考えていく。

参考文献

[1] 亀田能成, 宮崎英明, 美濃導彦: 講師追跡によるカメラ映像の切替, 情報処理学会第58回全国大会2V-04, 1999.

[2] ダニエル・アリホン(著), 岩元憲児, 出口丈人(訳): 映画の文法, 紀伊國屋書店, 1980