人とロボットとの対話を目的としたロボットシステムに関する研究

— 複数観客の注目度の計測 —

A human-robot system in case that a human and a robot hold a dialogue

- Measurement of the amount of attention of the audience -

○学 白田 竜二 (千工大)
正 王 志東 (千工大)

正 中野 栄二 (千工大)

Ryuji SHIRATA, Chiba Institute of Technology, s1176011FH@it-chiba.ac.jp
Zhidong WANG, Chiba Institute of Technology
Eiji NAKANO, Chiba Institute of Technology

In this study, we develop a robot system which can measure the amount of attention of the audience. The amount of attention is measured from the direction of the face and body of the audience. Direction of the face and body are detected by a distance information and image from the kinect sensor. The amount of attentions of the face and body is calculated respectively using Bayes' theorem. The amount of attention of the audience is calculated by the synthesis probability of the face and body.

Key Words : Communication robot, Face detection, Body detection, Attention measurement, Bayes' theorem

1. 結 言

近年, コミュニケーションロボットの研究が盛んに行われており, その活動の場面は徐々に日常的, 社会的になりつつある. ロボットを商業施設にて運用した研究[1]では, ロボットに集客効果や販売促進効果があることが判明した. しかし, ロボットの運用コストに見合った売上を得られていない. ロボットの集約効果を活かして, より多くの観客の興味・関心を引きつける必要がある[2]. 観客が引きつけられているかを判断するための基準として, 注目度を計測する必要がある. 本研究では, 人の注目度を, 画像・3次元距離データを基に, 顔・体の向きからベイズの定理を用いて計測する.

2. 注目度計測

本研究では, Kinect センサを用いて注目度を計測する. 注目度を計測するまでの手順として, (1) Kinect センサから得られる画像と距離情報から, 人の顔・体の向きを検出, (2) 注目度実験を行い, 注目時・非注目時における人の顔・体の向きの尤度を取得, (3) 尤度を用いてベイズの定理から注目度を算出する.

2.1 顔の向きの検出

人の顔を検出するために, Kinect センサの物体検出機能を用いて検出した物体枠を, 人候補枠とし, その検出枠から顔を検出する. まず, Kinect センサから検出された物体検出枠領域から, 肌色領域を抽出する (図1). 各肌色領域に対して, 図2に示す白色の一定の大きさの枠に顔検出手法である Haar-Like 処理を行い, 顔を検出する (図3).

顔の座標が取得できたので, 顔領域の持続的な検出のために, 各フレーム間において肌色重心を追跡する. そして, 肌色重心の追跡枠に再度 Haar-Like 処理を行い, 顔が検出されれば正面, 検出されなければ側面と判断した. 図4に, 顔を正面と判断した場合は青色の丸枠で, 側面と判断した場合は赤色の丸枠で表示した処理を示す.

Fig.1 Extraction of skin

Fig.2 Haar-Like processing area

Fig.3 Face detection

Fig.4 Face direction decision

2.2 体の向きの検出

体の向きを検出するために, Kinect センサから得られる骨格情報を, 右肩・左肩を検出する. 右肩(X_r, Z_r)と左肩(X_l, Z_l)

のx軸の差を a , z軸の差を b とし, 体の向きの角度 θ を求め (図5). 図6に体の角度を算出している処理を示す.

Fig.5 Body angle acquisition model

Fig.6 Body angle detection

2.3 ベイズの定理を用いた注目度の計測

ベイズの定理を用いて, 対象者の顔・体の向きから注目度を計測する. ベイズの定理を用いることにより, 人間行動の不確かさを考慮できる. 以下のベイズの定理により注目度を計算する.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

ここで $P(B)$ は, 全ての原因事象 X から,

$$P(B) = \sum_X P(B|X)P(X) \quad (2)$$

として表される. また $P(B|A)$ は, 尤度 (もつともらしさ) と呼ばれ, 実際の環境で計測することにより求められる値である. 今回, 尤度を計測するために実験を行った.

Fig.7 Experimental environment

Fig.8 Attentive state

Fig.9 Non attentive state

Fig.10 Angle model of likelihood of body

被験者の前方にディスプレイを2つ設置し, 片方に Kinect センサを取り付ける (図7). ディスプレイにはそれぞれ違う映像を流し, Kinect センサ側を注目対象側として, 被験者の顔・体の向きを計測する. 実験後, 被験者に対し, 時間ごとにどちらに注目していたのかアンケートを取り, 注目時 (図8)・非注目時 (図9) における顔と体の尤度を計測した. また, 体の向きの尤度に関しては, 注目時・非注目時における体の平均角度を算出し, 注目領域と非注目領域を設定した. 注目時・非注目時における体の平均角度は, 注目時 11.5 度, 非注目時 55.5 度であったため,

33.5 度を境とし, 対象者前方を注目領域, 側面を非注目領域とした (図10).

対象者の注目度は, 顔と体の動きを独立事象と考え, 合成確率で算出する. 顔からの注目度を A_f , 体からの注目度を A_b とすると, 合成注目度は,

$$P(A_f, A_b) = P(A_f) P(A_b) \quad (3)$$

となる.

注目度を計測した図を以下に示す. 図11の人検出枠の上には, 体の角度と注目度を示している. 図12の顔の丸枠は, 青色が顔正面, 赤色が顔側面であり, 顔の上に注目度を示す. 図13は, 顔と体から得られた合成注目度を, 各人の上に表示している.

今回行った注目度計測手法では, いくつかの問題が生じた. まず, 対象者同士が重なり合う状態だと, 右肩・左肩が正確に取得できなかった. そして, 対象者同士の顔が近づく, 顔認識領域が他人の顔領域に移ってしまった. また, 頭にフードや帽子を被っている状態だと, 顔が暗くなってしまう, 肌色領域の抽出時に失敗してしまうこともあった (図14).

Fig.11 Body attention

Fig.12 Face attention

Fig.13 Synthesis attention

Fig.14 Failure of face detection

3. 結 言

本研究では, 顔・体の向きを基に, ベイズの定理を用いて注目度の計測を行った. しかし, 尤度を計測する実験環境が, 本研究で想定するコミュニケーションロボットの存在する状態の環境ではなかった. そのため, コミュニケーションロボットが人と対話をしている状態で, 対象者の尤度を計測する必要がある.

文 献

- (1) 神田慎二. サービスロボット「enon」の開発 日本ロボット学会誌, vol.24, pp288-291 2006
- (2) 村川賀彦, 十時伸. サービスロボットによる「ふるまい」の評価-商業施設での試験運用-情報処理学会研究報告, pp.31-36, 2006.