

複合生体情報を用いたインタラクティブ・リラクゼーションサウンド生成

竹村研一 指導教員：前田陽一郎

1. 諸言

本研究では、大規模カオス(GCM)を用いたサウンド生成システム ICAS を用いた脳波によるリラクゼーションサウンド生成の研究[1]においてユーザのリラクゼーション度をさらに精度よく推定するための指標として、脳波以外の生体情報である心拍変動[2]に着目した。ここでは心拍変動に時系列解析を行うことによって得られる複数の生理指標をファジィ推論により解析し、ユーザのリラクゼーション度を判定することを試みる。

2. 心拍と脳波によるリラクゼーション度推定手法

生体センサにより得られた心電位から RRI (心拍間隔) 情報より計測された時点と直前の 19 個の RRI データより、心拍が計測される度に $SDNN$ (RRI の標準偏差)・ RRI_{mm} (RRI 最高値-RRI 最小値)・ RRI_{av} (RRI の平均値)・ $rMSSD$ (隣り合う RRI の差の自乗平均平方根) を算出する。これらの生理指標を入力として、リラクゼーション度 R を出力するファジィ推論ルールを構築する。

表 1: ファジィルールマップ

RRI_LFT + MSSD		SA			MA			LA		
		SG	MG	LG	SG	MG	LG	SG	MG	LG
SD	SM	LS	MS	SS	MS	SS	SN	LS	SN	N
	MM	MS	SS	SN	SS	SN	N	SN	N	RN
	LM	SS	SN	N	SN	N	RN	N	RN	SR
MD	SM	MS	SS	SN	SS	SN	N	SN	N	SN
	MM	SS	SN	N	SN	N	RN	N	RN	SR
	LM	SN	N	RN	N	RN	SR	RN	SR	MR
LD	SM	LS	SN	N	SN	N	RN	N	RN	SR
	MM	SN	N	RN	SN	RN	SR	RN	SR	MR
	LM	N	RN	SR	RN	SR	MR	SR	MR	LR

前件部メンバーシップ関数

$SDNN(SD,MD,LD)$ $RRI_{mm}(SM,MM,LM)$

$RRI_{av}(SA,MA,LA)$ $rMSSD(SG,MG,LG)$

後件部シングルトン

$R(LS,MS,SS,SN,N,RN,SR,MR,LR)$

脳波計により脳波から得た θ 波, α 波, β 波情報から、それぞれのパワー含有率を算出する。パワー含有率 G と、直前に行う事前実験により被験者ごとに算出した係数 k を用いて以下の式でリラクゼーション度 R を算出する。

$$R = \frac{k_{\theta}G_{\theta} + k_{\alpha}G_{\alpha}}{k_{\theta}G_{\theta} + k_{\alpha}G_{\alpha} + k_{\beta}G_{\beta}}$$

3. リラクゼーションサウンド生成実験

本実験では図 2 のような実験環境で心拍情報・脳波情報の計測を polymate mini (ニホンサンテック株式会社)を用いて行った。初めに、事前実験としてヒーリングミュージックの聴取(リラクゼーション)・暗算(ストレス)・何もしない(安静)の 3 状態で 1 分間の心拍と脳波を計測し、初期パラメータのキャリブレーションを行った。次にリラクゼーションサウンド生成実験を行った。ICAS で GCM の大規模カオスパラ

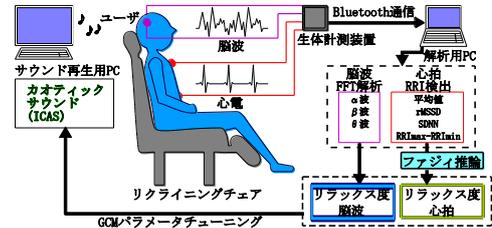


図 2: 実験環境

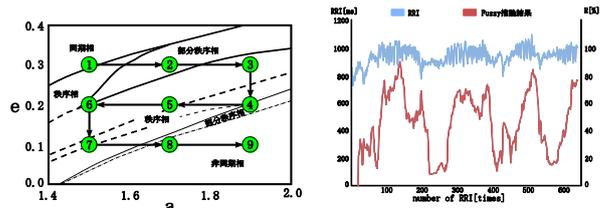


図 3: GCM パラメータ 図 4: 心拍とファジィ推論結果

メータ (a, e) を相図上で図 3 の順で変化させてサウンド生成を行い、聴取中の脳波・心電を計測した。計測時間はサウンド生成の開始から 30 秒後、1 分間とした。実験後のアンケートとの相関より提案手法の評価を行った。

脳波より算出した R とアンケート結果(被検者 A) の相関係数は 0.74 であった。また、脳波から算出した R とアンケートに負の相関がみられる被検者も確認された。心電位より算出したリラクゼーション度 R 指標では、あまり高い相関は確認できなかったが、ファジィ推論の入力に用いた RRI の各指標単独よりはファジィ推論により正確にリラクゼーション状態を把握することができた。

4. 結言

脳波より算出したリラクゼーション度 R とアンケートについては、相図上で秩序相・部分秩序相付近で高いリラクゼーション度評価を得ることが確認できた。心拍より算出した各指標は、ファジィ推論により大まかなリラクゼーション度を推定することができた。今後は脳波と心拍のリラクゼーション度を用いて総合判断できるシステムの構築を目指す。

参考文献

[1] 前田陽一郎, 一井亮介, 高橋泰岳: “脳波情報を用いたリラクゼーションサウンド生成システムの構築,” 日本知能情報ファジィ学会誌, Vol.24, No.5, pp.967-978, 2012.

[2] 渡邊志, 松本有二, 富田雅史, 森幸男: “1/f ゆらぎ楽曲視聴時の心拍変動解析および Visual Analog Scale による主観評価,” バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.15, No.2, pp. 1-10, 2013.