

Haptic Virtual Approach: 触覚・仮想アプローチおよび効果 測定手法の検討

基盤システムソフトウェア研究室

指導教員 菅谷みどり

AL12091 保科篤志

背景

- 「橙色の屋根のお家」[1]
 - 発達障害や学習障害を抱えた子ども達のコミュニケーション力の向上を目的
 - センサーが付いた家形デバイス(触覚)とCG(仮想)を連携
 - 具体物や抽象概念を触覚, 仮想情報によって把握可能

橙色の屋根のお家
(家型デバイス)



部屋の中の様子
(CG)

[1]: 渡辺柚佳子. “橙色の屋根のお家: コミュニケーションに障害を持つ児童向けのデジタル教材”. 卒業論文概要集. 芝浦工業大学. 2015, 第36号, p.145-146

先行実験の結果/問題点

- 通常のドールハウスと橙色の屋根のお家の効果比較

評価項目	通常のドールハウス	橙色の屋根のお家
具体物に反応した回数	9回(約1.9回/分)	32回(約3.1回/分)
抽象概念に反応した回数	5回(約1.1回/分)	24回(約2.3回/分)
ミスコミュニケーションが発生した回数	20回(約4.3回/分)	4回(約0.4回/分)
継続時間	4分37秒	10分20秒



協力者:
定型発達の女兒(5歳)1名
セラピスト1名
サポート1名

通常のドールハウスよりも全ての項目において効果が上昇
→効果の要因の調査が行われていなかった

目的/提案

- 「橙色の屋根のお家」の効果の要因を得る
 - 仮説: デバイス(触覚; Haptic)とCG(仮想情報; Virtual)の連携が効果を発揮
 - 本効果を Haptic Virtual とする
 - Haptic Virtualの効果を, Haptic/Virtual単体との比較により明確にする
- 効果の測定方法
 - 生体情報で効果の測定・比較
 - 心拍: わくわくの評価[2], ストレスの評価[3]
 - 脳波: 集中の評価[4], リラックスの評価[5]
 - 言語反応やデバイスの体験時間と結びつけられるか

[2] Michiko OHKURA 他, “MEASUREMENT OF “WAKUWAKU” FEELING GENERATED BY INTERACTIVE SYSTEMS USING BIOLOGICAL SIGNALS”. KEER. 2010

[3] 南谷晴之. “疲労とストレス”. バイオメカニズム学会誌. Vol.21, No.2, 1997, pp.58-64

[4] Greetia U Navalayal 他. “A dynamic attention assessment and enhancement tool using computer graphics”. Human-centric Computing and Information Sciences, 2014, 4:11

[5] Kimberly Chu 他. “Player’s Attention and Meditation Level of Input Devices on Mobile Gaming”. i-USer. 2014, pp.13-17

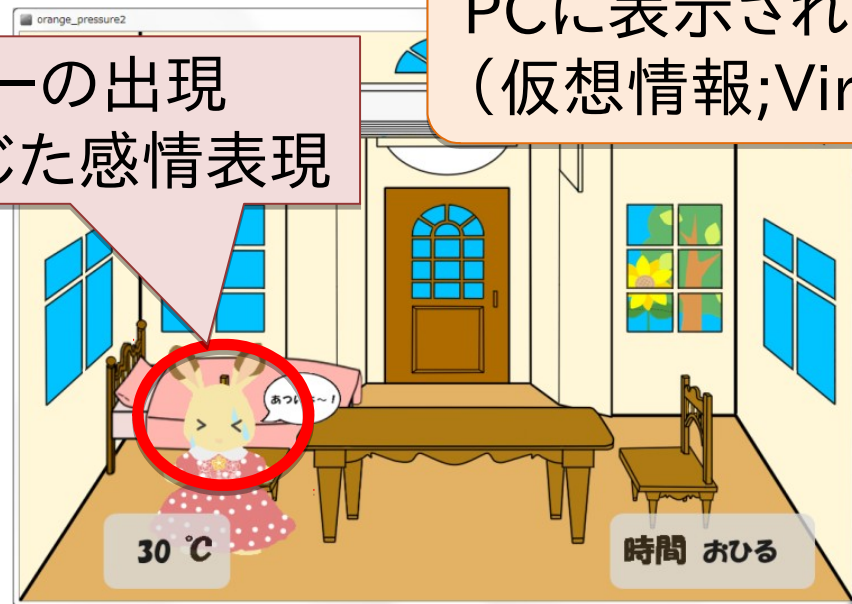
提案デバイス

- ・キャラクターの出現
- ・状況に応じた感情表現

PCに表示されたCG
(仮想情報;Virtual)

家型デバイス
(触覚;Haptic)

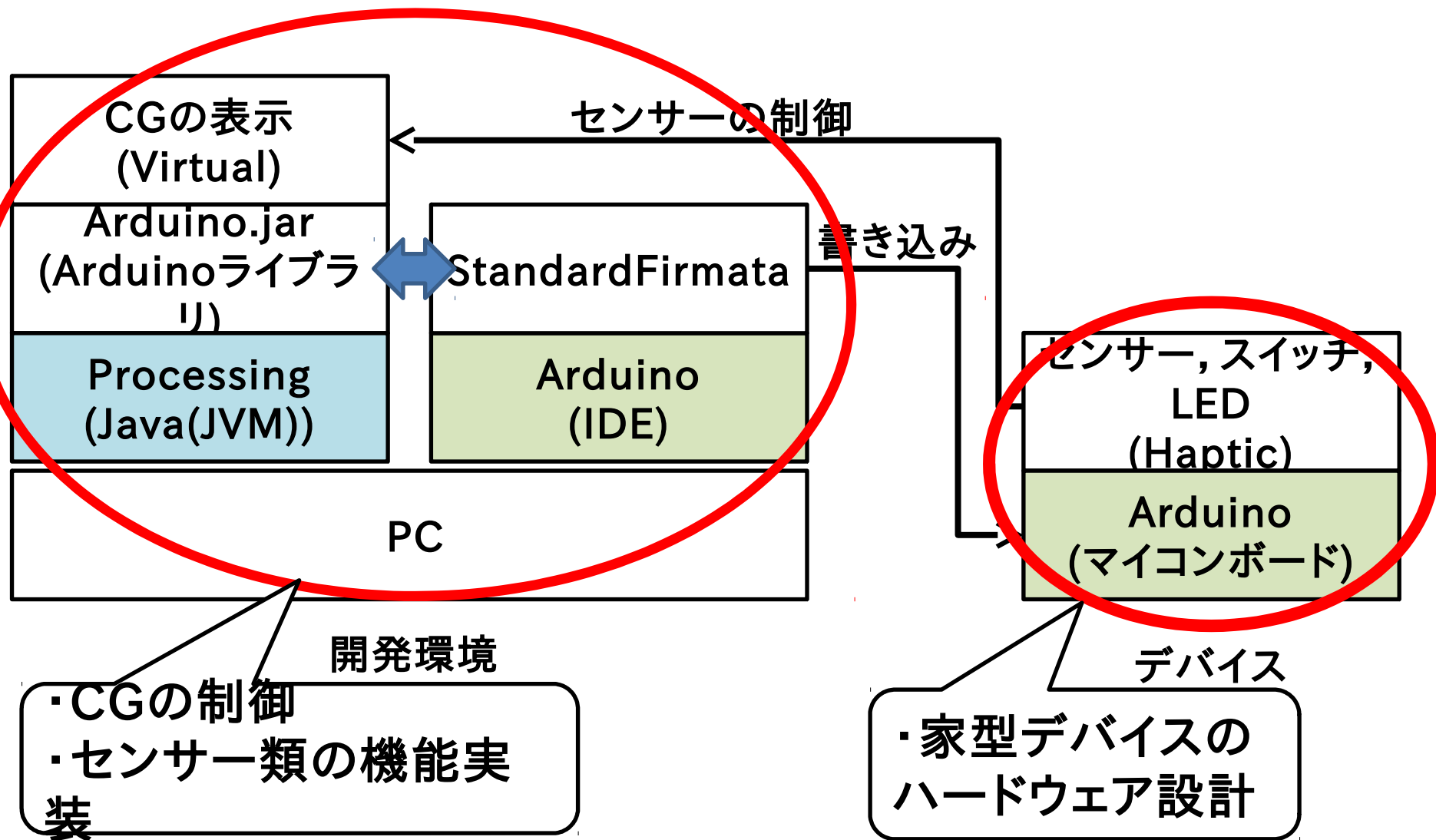
人形



連携
(Haptic
Virtual)

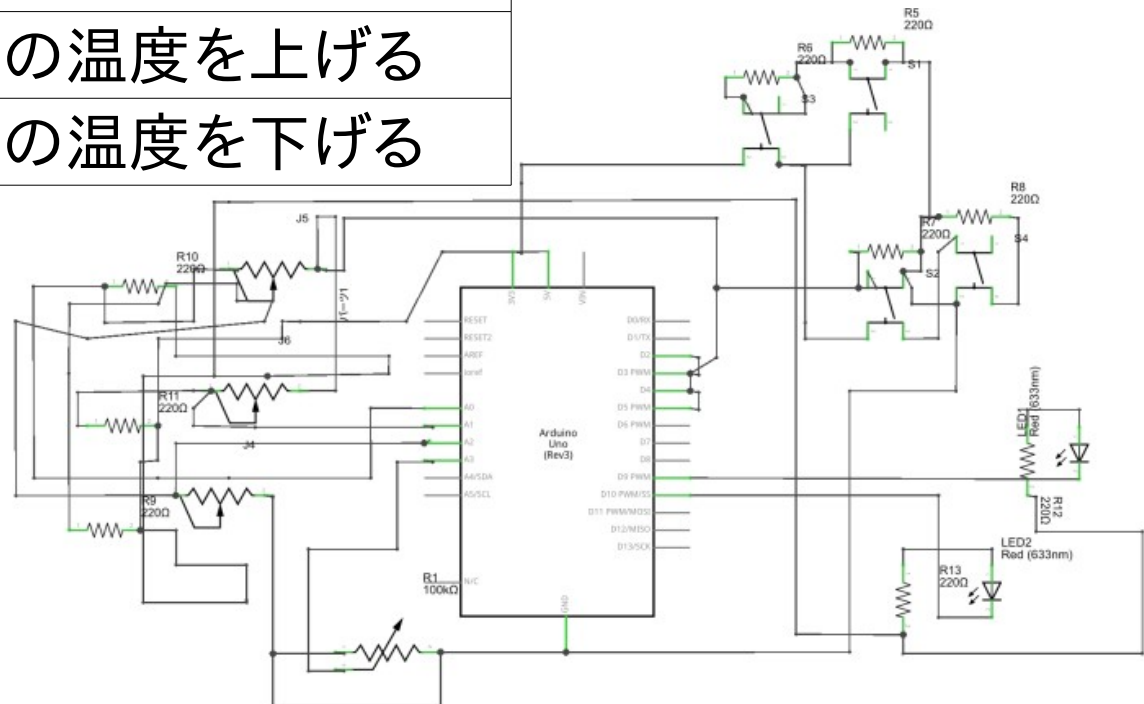
※Haptic, Virtualを単体で運用するときも, 同一のデバイスを使用

開発環境



使用したセンサー

センサー類	デバイスでの機能
	人形の認識
	照明, LEDの明度調整
	照明の電源操作
	エアコンの電源操作
	エアコンの温度を上げる
	エアコンの温度を下げる



ソフトウェア実装

- Haptic Virtualのソフトウェア実装

操作者	機能	入力	出力
	キャラクターの表示	人形, 圧力センサー	CG
	エアコン・温度の操作	タクトスイッチ	CG
	照明の電源操作	タクトスイッチ	LED, CG
	照明, LEDの明度変更	可変抵抗器	LED, CG
	季節の変更(=気温の変化)	キーボード	CG
	時間の変更(=気温, 部屋の明るさの変化)	キーボード	CG
	キャラクターの感情表現	キーボード	CG

Haptic:

説明者の入力: なし

出力: CG → 口答

Virtual:

入力: すべてキーボード

出力: LED → なし

効果測定

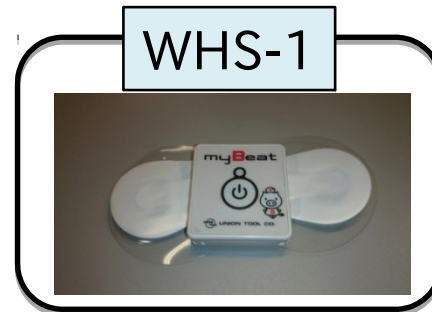
- 目的
 - 3つのデバイス(Haptic, Virtual, Haptic Virtual)の効果比較
- 効果の比較内容
 - デバイスの体験順番の違いによる生体情報の比較
 - 複数回実験を行った際の生体情報の比較
 - 個人差による属性や主観評価と, 生体情報の効果の関連

生体情報の測定手順

計器	測定値	測定内容	測定周期
心拍計 WHS-1 [6]	心拍数 LF/HF(*)	わくわく度 ストレス度	0.6秒～1秒
脳波計 MindWave Mobile [7]	Attention(**) Meditation(**))	集中度 リラックス度	1秒～6秒

(*)LF(交感神経、緊張の指標)/HF(副交感神経、リラックスの指標)

(**)本脳波計の独自のアルゴリズムから算出される値(0-100)



[6] “心拍センサ WHS-1”. 株式会社ユニオンツール

http://www.uniontool.co.jp/product/sensor/index_02.html

[7] “MindWave Mobile: Brainwave Starter Kit”. NeuroSky Store

<http://store.neurosky.com/collections/eeg-headsets/products/brainwave-starter-kit>

実験内容

- 対象
 - 20~24歳の学生20名(男:16名, 女:4名)
- デバイスの体験順番が異なる4つのグループ(各5名)
 - グループ1, 2:Haptic Virtualを最後に体験するグループ
 - グループ3, 4:Haptic Virtualを最初に体験するグループ
- 実験の複数回実施
 - 各グループ1名ずつ, 計4名に実験を2度行ってもらう

手順

- 1) 自身に対するアンケートに回答
- 2) 2分間、閉眼静止状態の生体情報を取得
- 3) 3つのデバイスの内, 1つを体験
- 4) デバイスの印象評価アンケートに回答
- 5) 全てのデバイスを体験するまで, 3)と4)の繰り返し

Haptic体験時の様子



Virtual体験時の様子



Haptic Virtual体験時の様子



主観評価の項目

アンケートの種類	項目	評価 (低い ←→ 高い)
自身に対する質問	年齢	
	実験回数	
	前日の睡眠時間	
	画面で動くものを見るのが好き	嫌い ←→ 好き
	子どものころ, おもちゃで遊ぶのが好きだった	嫌い ←→ 好き
デバイスの印象評価	楽しさ	退屈 ←→ 楽しい
	動的さ	静的な ←→ 動的な
	好き・嫌い	嫌いな ←→ 好きな
	変化の多さ	単調な ←→ 変化に富んだ
	想像性	想像に乏しい ←→ 想像が膨らむ
	斬新さ	陳腐な ←→ 斬新な
	分かりやすさ	分かりづらい ←→ 分かりやすい

分析方法

- 生体情報の測定値の変化率を算出して比較[8]

＝(測定値の各平均値の変化率(%))＝

$$\frac{((\text{各デバイス体験時}) - (\text{静止時}))}{(\text{静止時})} * 100$$

- 変化率の比較では、以下の手順で有意差を確認
- 変化率の比較では、以下の手順で有意差を確認

分析の種類	分析する内容
(繰り返しのない) 二元配置分散分析	・すべてのグループの、各デバイスの各生体情報の変化率
対応のあるt検定	・分散分析で有意差が現れたグループの生体情報 ・Haptic Virtualと、それ以外のデバイスの生体情報の平均 値の有意差

[8]高津浩彰 他.“心拍変動による精神的ストレス

有意差が出た項目を用いて分析

3つのデバイスの生体情報の比較結果

- 二元配置分散分析(P値の算出)の結果

グループ	生体情報の種類	P値
2 (Haptic Virtual を最後に体験)	Attention変化率	0.037
3 (Haptic Virtual を最初に体験)	Attention変化率	0.006

有意差あり:P値
<0.05

Attention(集中度;脳波)で有意差が確認された

※心拍では全てのグループで有意差を確認できなかった

集中度の比較

- HapticとHaptic Virtual, VirtualとHaptic Virtualの比較

- Attention(集中度)の変化率のt検定(t値の算出)			
グループ	検定の種類	HapticとHaptic Virtualのt値	VirtualとHaptic Virtualのt値
2 (Haptic Virtualを最後に体験)	片側	0.308	0.059
	両側	0.617	0.118
3 (Haptic Virtualを最初に体験)	片側	0.009	0.037
	両側	0.017	0.075

有意差を確認できない

集中度の比較

- HapticとHaptic Virtual, VirtualとHaptic Virtualの比較

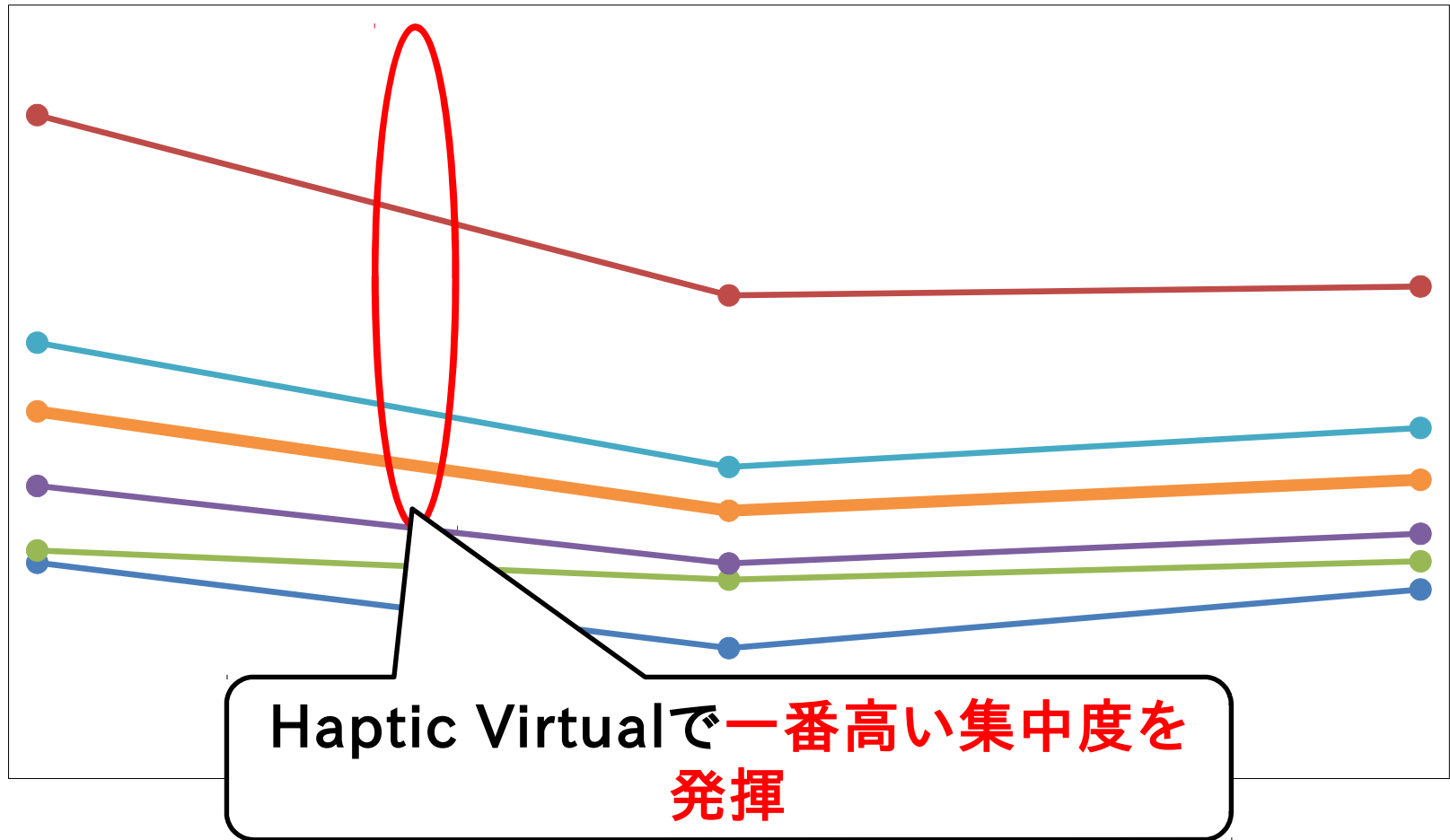
– Attention(集中度)の変化率のt検定(t値の算出)

グループ	検定の種類	Hapticと Haptic Virtual のt値	Virtualと Haptic Virtual のt値
2 (Haptic Virtual を最後に体験)	片側	0.308	0.059
	両側	0.617	0.118
3 (Haptic Virtual を最初に体験)	片側	0.009	0.037
	両側	0.017	0.075

有意差を確認できた

→グループ3のAttentionを用いて以降の分析を行う

グループ3の集中度の推移の比較



複数回実験の効果の比較

- Attention(集中度)の変化率を, 1度目と2度目で比較

実験回数	Haptic Virtualでの Attention変化率 (%)
1回目	72.74
2回目	81.47(+8.73)

- 対応のない等分散のt検定で有意差を確認
 - 検定内容: 1度目と2度目のAttentionの平均(変化率ではない)

デバイス	t値
Haptic Virtual	0.268

有意差あり:
t値<0.05

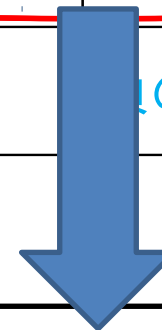
有意差が見られない

→複数回デバイスを体験しても, 集中度が下がらなかった

個人差による属性や主観評価と、 生体情報の効果の関連

- ピアソンの積率相関係数 r を算出
- Attention(集中度)と質問項目との相関を算出

アンケートの種類	項目	相関 (Haptic Virtual)	相関 (Haptic)	相関 (Virtual)
	画面で動くものを見るのが好き	正の相関	正の相関	正の相関
	斬新さ	負の相関	負の相関	無相関



すべてのデバイスに**正の相関**
→CGに表示された画面の変化に集中の向上を促した
→Haptic(家型デバイスの操作のみ)でも集中が向上した

個人差による属性や主観評価と、 生体情報の効果の関連

- ピアソンの積率相関係数 r を算出
- Attention(集中度)と質問項目との相関を算出

アンケートの 種類	項目	相関 (Haptic Virtual)	相関 (Haptic)	相関 (Virtual)
	画面で動くものを見るのが好き	正の相関	正の相関	正の相関
	斬新さ	負の相関	負の相関	無相関



Haptic VirtualとHapticに負の相関
→Hapticの操作に陳腐感を抱く人ほど高い集中度を発揮

考察

- Haptic Virtualの優位性
 - 集中度に見られた
 - デバイス体験時間と結び付けられるか
- 複数回の実験に対する, 集中への影響
 - 有意差が見られなかった
 - 繰り返し用いるという運用方法に適している
- アンケートの分析
 - 相関が現れた項目があった
 - デバイスを好むユーザの傾向の確認

課題

- 今回の実験に対する課題
 - より多くの被験者に対する実験の協力
 - 生体情報の詳細な反応を測定できる計器の使用
- 将来的な課題
 - デバイス・ソフトウェアの再設計
 - 実験手法の再検討
 - 子どもに対する実験
 - Haptic Virtualの, 複数のデバイスへの導入

参考文献

- [1] 渡辺柚佳子. “橙色の屋根のお家: コミュニケーションに障害を持つ児童向けのデジタル教材”. 卒業論文概要集. 芝浦工業大学. 2015, 第36号, p.145-146
- [2] Michiko OHKURA 他, “MEASUREMENT OF “WAKUWAKU” FEELING GENERATED BY INTERACTIVE SYSTEMS USING BIOLOGICAL SIGNALS”. KEER. 2010
- [3] 南谷晴之. “疲労とストレス”. バイオメカニズム学会誌. Vol.21, No.2, 1997, pp.58-64
- [4] Greeta U Navalyal 他. “A dynamic attention assessment and enhancement tool using computer graphics”. Human-centric Computing and Information Sciences, 2014, 4:11
- [5] Kimberly Chu 他. “Player’s Attention and Meditation Level of Input Devices on Mobile Gaming”. i-USEr. 2014, pp.13-17
- [6] “心拍センサ WHS-1”. 株式会社ユニオンツール
http://www.uniontool.co.jp/product/sensor/index_02.html
- [7] “MindWave Mobile: Brainwave Starter Kit”. NeuroSky Store
<http://store.neurosky.com/collections/eeg-headsets/products/brainwave-starter-kit>
- [8] 高津浩彰 他. “心拍変動による精神的ストレスの評価についての検討”. 電子論C, 120巻1号, 2000, p.104-110

ご清聴ありがとうございました

