

計画発表

可視化可聴化する通信

チーム30

沢田迅・山口侑希・金枝優介・久義丈

社会的課題と既存システム

- ・ 社会的課題・要求

- ・ 災害時や電波障害時に被災地内と外部とでの連絡が困難 [1]



電波を使用しない物理的通信手段が必要

- ・ 問題点の呈示

- ・ 電波の届かないところでは通信が困難
- ・ 医療施設や飛行機などの電波の使えない場所がある

- ・ 既存システム・既存技術の課題解決内容

- ・ 現在解決している技術：Li-Fi（光通信） [2]

NTTドコモの音響OFDM(音通信)[3][4]

Vinteraction(振動通信)[5]

提案システム

- ・システム要件

光通信・音通信・振動通信の3種類を使用し、4進数または2進数に変換し伝達

- ・光通信

LEDを5個使用しそれぞれを照度センサで読み取る

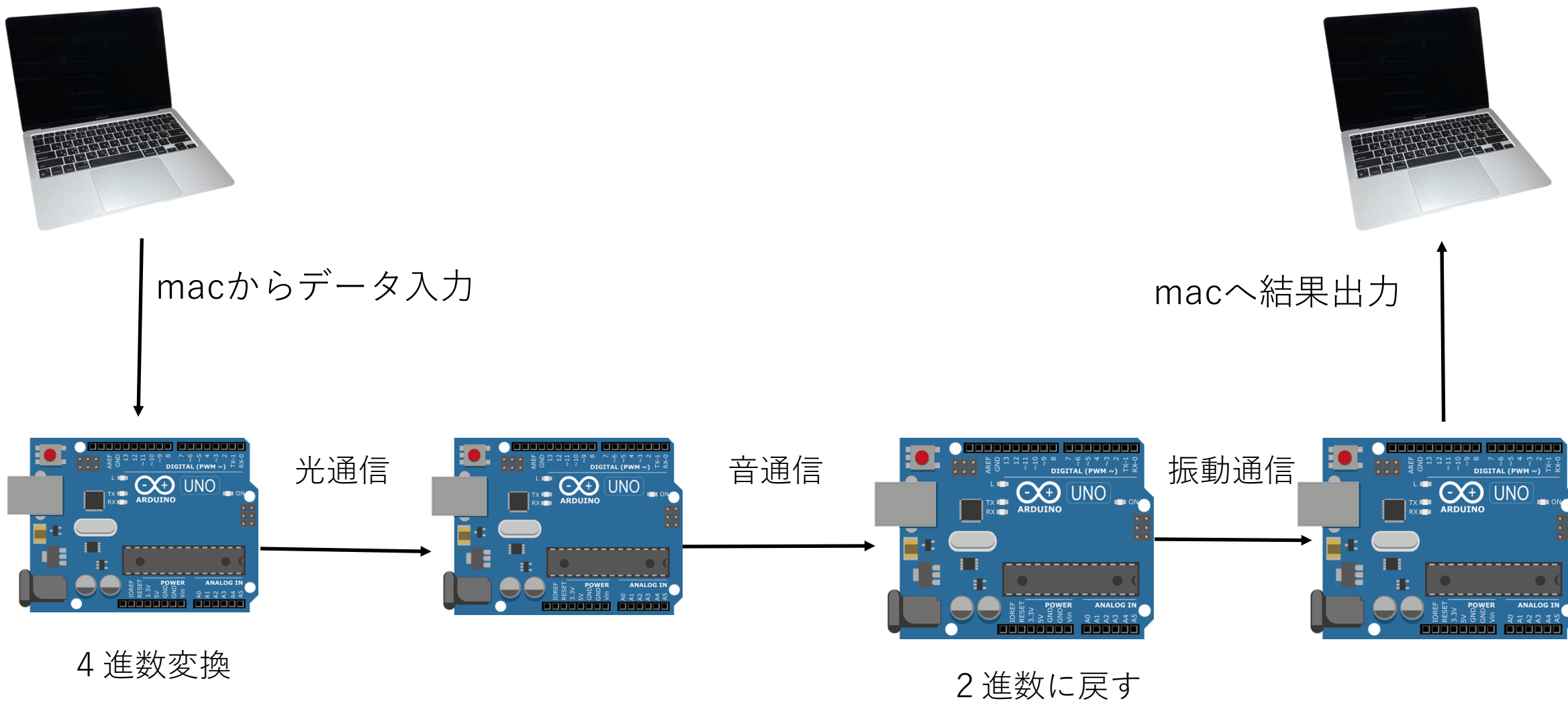
- ・音通信

17音の音程の変化をセンサで読み取る

- ・振動通信

0.1秒ごとに振動ON/OFFを読み取る

システム全体の流れ



提案システム(4進数変換・光通信)

- 4進数変換

Macのキーボードで文字入力

→ASCIIコード(16進数)を4進数に変換

- 光送信

LED5個使用 それぞれのLEDに役割を設ける

→4進数0123を送信

- 光受信

照度センサー5個使用 対応するLEDの光を検知

→4進数0123を受信

光による通信の構成図

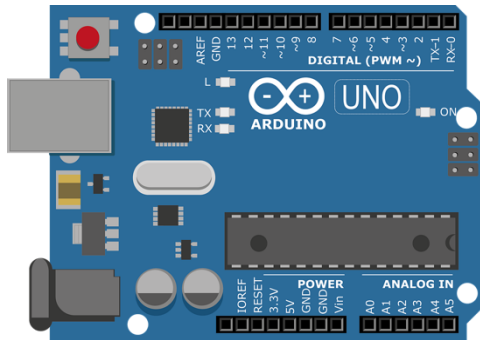
Mac



キーボード文字入力



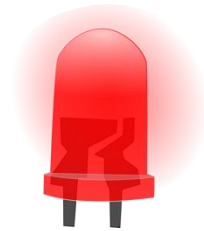
Arduino(送信)



4進数変換



LED

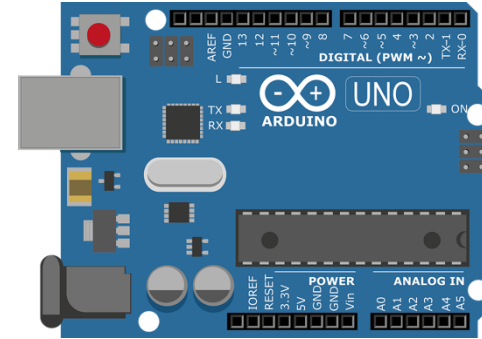


光



送信

Arduino(受信)



送信情報格納

照度センサー

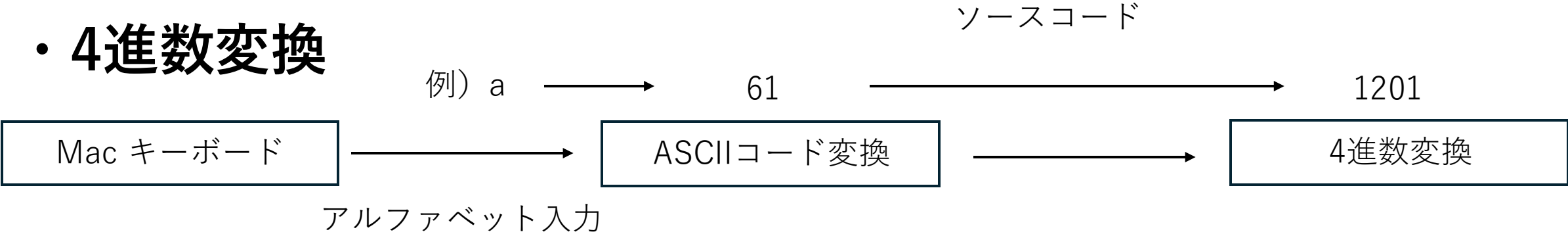


受信

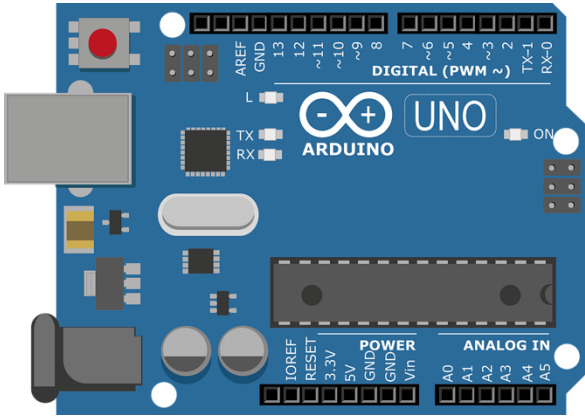


提案システム:構成要素の説明

・ 4進数変換



ASCIIコード										
			上位ビット							
	Binary		000	001	010	011	100	101	110	111
		Hex	0	1	2	3	4	5	6	7
下 位 ビ ット	0000	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
	0001	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
	0010	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
	0011	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
	0100	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
	0101	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
	0110	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
	0111	7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
	1000	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
	1001	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
	1010	A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
	1011	B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
	1100	C	FF	FS	,	<	L	\	l	|
	1101	D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
	1110	E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
	1111	F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL



・ 光通信 送信

例) a : 1201

送信

開始

1201の順に点灯

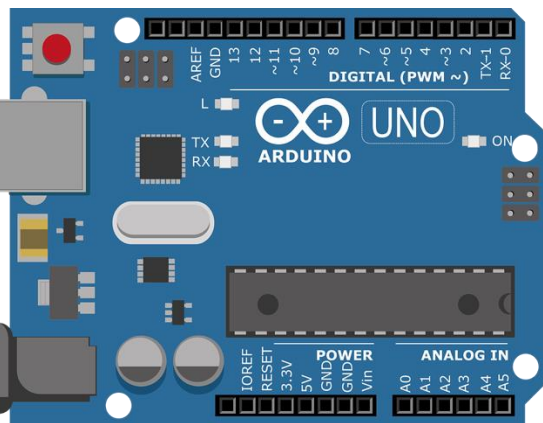
終了

4進数の数字

1番目点灯

4進数の左順に点灯

1番目点灯



LED

24G1136 山口侑希

・ 光通信 受信

受信開始

1番目点灯確認

例) a : 1201

送信された順に
数字記録

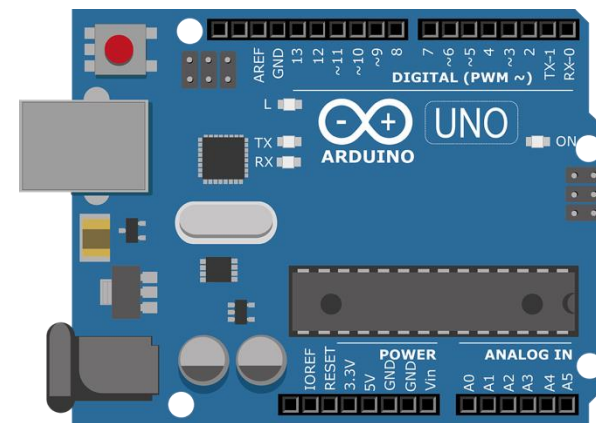
受信終了

1番目点灯確認

受信した数字を格納



照度センサー



提案システム（音による通信）

送信

- 4進数の数列を16音程を用いて2bitずつスピーカーで送信
- 送信開始と終了の合図に1音程を設定（計17音）

受信

- マイクで拾った音波の周波数を検知し，対応する2桁の4進数を取得

音による通信の構成図

Arduino(送信)

Arduino(受信)

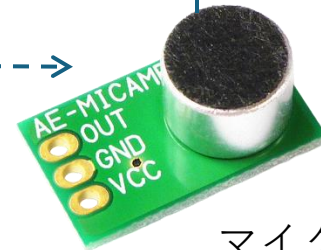
4進数の数列を音に変換

音

周波数から4進数の数列に変換



ダイナミックスピーカー



マイク

提案システム(振動)

- 振動送信

4進数を2進数に変換

振動モータによる振動の有無で2進数を表現

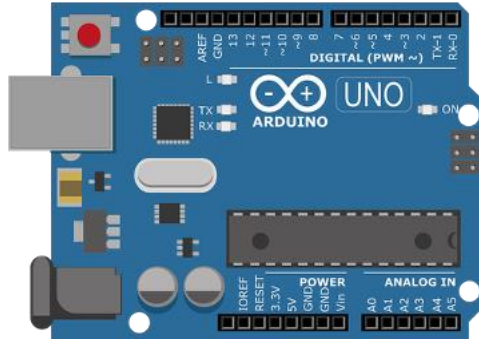
- 振動受信

加速度センサを用いて振動の検知

振動の有無を2進数に変換

振動通信の構成図

Arduino(送信)



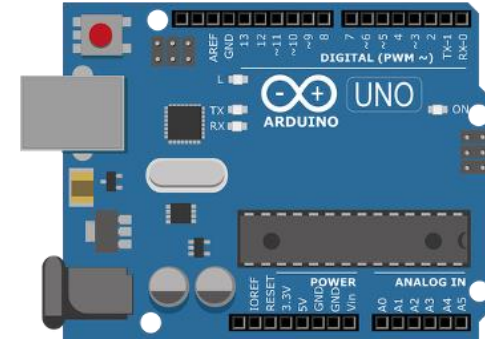
4進数データを
2進数データに変換



振動モータ



2進数データを振動の
有無で送信



Arduino(受信)

受信データを格納



加速度センサ

到達目標：光通信

伝送品質に関する評価指標を使用

フレーム成功率 (通信信頼性の代表的な指標)
(Frame Success Rate: FSR)

[定義]

送信されたフレーム総数に対する、
誤りなく受信できたフレーム数の割合

FSRの導入方法

パケットエラー率(PER)を用いて

$$FSR = 1 - PER$$

[評価指標]

PER ≤ 10%を合格条件[6]

すなわち

FSR ≥ 90%で成功

到達目標（音による通信）

通信距離

- 通信可能距離が10m以上 [7]

通信精度

- ガードインターバル25%でビット誤り率 $<10^{-3}$ [8][9]

到達目標（振動）

振動の送信について，送信速度と通信精度を評価する．

- ・ 通信速度

0.1sに 2 進数1bitの送信(10bit/s)を目標とする[5].

- ・ 通信精度

送信したbitのうち，90%を正しく送れることを目標とする[5].

到達目標（評価方法）

- ・システム要件

光通信・音通信・振動通信の3種類を使用し4進数4bitに変換し伝達

- ・システム全体の到達目標

- ・LEDの点滅・振動・音の「物理信号」を用いて、4進数変換で文字データを送受信できる

- ・送受信を繰り返し、複数回の通信によって1文字以上の情報を伝達できる

- ・伝送正確性が95%以上

80

役割分担

沢田迅	山口侑希	金枝優介	久義丈
機材調達 データ出力 振動受信回路プログラム システム全体の結合	機材調達 データ入力 4進数変換プログラム 光送信回路プログラム システム全体の結合	機材調達 音受信回路プログラム 振動送信回路プログラム 全体のシステム結合	機材調達 光受信回路プログラム 音送信回路プログラム 全体のシステム結合

必要機材

- ・ システム全体

- PC . . . 2

- Arduino Uno R4 . . . 4

- ・ 光通信

- LED（発光ダイオード） . . . 5

- 照度センサ NJL7502L . . . 5

- ブレッドボード . . . 2

- 抵抗器 . . . 10

- ジャンパーワイヤー . . . 適宜

- ・ 音通信

- ダイナミックセンサ WYGD50D-8-03 . . . 1

- マイクアンプモジュール MAX4466 . . . 1

- ブレッドボード . . . 2

- 抵抗器 . . . 2

- ジャンパーワイヤー . . . 適宜

- ・ 振動通信

- 振動モーター Mini vibration motor 2.0mm . . . 1

- 振動センサ KXR94-2050 . . . 1

- ダイオード . . . 1

- トランジスタ . . . 1

- ブレッドボード . . . 2

- 抵抗器 . . . 4

- ジャンパーワイヤー . . . 適宜

システム構築スケジュール

No.	担当者	7 周目	8 周目	9 周目	1 0 周目
1110 LED 調達	山口				
1120 抵抗器 調達	山口				
1130 照度センサー NJL7502L 調達	山口				
1210 抵抗器 調達	久義				
1220 スピーカ WYGD50D-8-03 調達	久義				
1230 マイクモジュール MAX4466 調達	久義				
1310 DC モーター FA-130RA-2270L 調達	金枝				
1320 3軸加速度センサーモジュール KXR94-2050 調達	金枝				
1410 mac持参	山口 久義 金枝 沢田				
1420 Arduino UNO R4 WiFi持参	山口 久義 金枝 沢田				
2101 4 進数変換プログラム	山口				
2211 光通信 送信側 回路作成	山口				
2212 光通信 送信側 プログラム作成	山口				
2221 光通信 受信側 回路作成	久義				
2222 光通信 受信側 プログラム作成	久義				
2311 音通信 送信側 回路作成	久義				
2312 音通信 送信側 プログラム作成	久義				
2321 音通信 受信側 回路作成	金枝				
2322 音通信 受信側 プログラム作成	金枝				
2411 振動通信 送信側 回路作成	金枝				
2412 振動通信 送信側 プログラム作成	金枝				
2421 振動通信 受信側 回路作成	沢田				
2422 振動通信 受信側 プログラム作成	沢田				
2510 結果出力プログラム作成	沢田				
3110 光通信 ビット送信確認	山口 久義				
3120 光通信 プログラム確認	山口 久義				
3210 音通信 ビット送信確認	久義 金枝				
3220 音通信 プログラム確認	久義 金枝				
3310 振動通信 ビット送信確認	金枝 沢田				
3320 振動通信 プログラム確認	金枝 沢田				
3410 全体 ビット送信確認	山口 久義 金枝 沢田				
3420 全体 プログラム確認	山口 久義 金枝 沢田				

まとめ

目的

電波が使用できない状況において無線通信できるシステムを作成する

提案内容

光・音・振動の物理媒体での無線通信システムの作成

到達目標

1 文字以上の情報を95%以上の伝送正確性
80

参考文献

- [1]松本直人, 菊地俊介, "災害時における無線モニタリングによる社会インフラの見える化", 情報処理学会研究報告, 2020年5月15.
- [2]Mark Halper, "New IEEE Li-Fi standard gives the technology an 'invisible' future", BUILDINGS, 2023年7月20日.
- [3]松岡 保静, 音響データ通信技術: 音響OFDM(<小特集>携帯情報機器における音響技術), 日本音響学会誌, Vol.68, No.3, pp.143-147, 2012.
- [4]NTTドコモ, 報道発表資料「音響OFDM」技術を開発.
- [5]澤 拓郎, 中澤 仁, 永田 智大, 徳田 英幸. Vinteraction: スマート端末のための振動を利用した情報送信インタラクション. 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.4, 1498-1506, Apr. 2013.
- [6]IEEE Std 802.11-2020, Section 21.3.18.1 & Table 21-25, "Receiver Minimum Input Sensitivity Test".
- [7]Youki Sada, Tetsuya Kojima, "Improvement of Emergency Broadcasting System Based on Audio Data Hiding", IEICE Tech. Rep., Vol.117, No.476, EMM2017-88, pp.55-60, 2018.
- [8]Md. Zahid Hasan, Mohammad Reaz Hossain, Md. Ashraful Islam, Riaz Uddin Mondal, "Comparative Study of Different Guard Time Intervals to Improve the BER Performance of Wimax Systems to Minimize the Effects of ISI and ICI under Adaptive Modulation Techniques over SUI-1 and AWGN Communication Channels", IJCSIS, Vol.6, No.2, pp.128-132, 2009.
- [9]久米 達哉, 八木 生剛, 今井 欽之, 山本 学, デジタルホログラフィックメモリのBERの向上, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.24, No.21, 2000.