

# 江戸すごろくのデジタル化とインタラクティブシステムの開発

曾我 麻佐子・北村 隆二・芝 公仁（龍谷大学理工学部）

鈴木 卓治（国立歴史民俗博物館）

昔の遊びや文化に興味を持ってもらうことを目的とし、江戸時代のすごろくをデジタル化したインタラクティブシステムを開発した。本システムを用いると、実物の盤とサイコロを使いながら、コンピュータを用いてゲームを電子的に進行することができる。本システムは、加速度センサと無線通信機を搭載するサイコロによって、出目を検出することができる。すごろくのルールやマスの内容をわかりやすく表示するため、プロジェクタを使用してプレイヤーの現在位置や出目に対応する行き先を実物の盤上に重畳表示するようにした。本システムを実際に操作してもらい、博物館での運用に向けた課題を明らかにした。

## Digitization and Interactive System of Sugoroku Game in the Edo Period

Asako Soga / Ryuji Kitamura / Masahito Shiba  
(Faculty of Science and Technology, Ryukoku University)  
Takuzi Suzuki (National Museum of Japanese History)

Sugoroku is a kind of Japanese board game. We digitized Sugoroku printings which were made in the Edo period (1603-1863), and have developed an interactive Sugoroku playing system to help people become interested in the amusement and culture of the time. Users of the system play the game using a real board and real dice while a computer supports the game's progression. The number rolled with the dice is detected by an acceleration sensor and sent to the computer via Bluetooth. The system displays the current and next positions of the players on the board with a projector to help them understand the rules and their statuses. We received feedback from people who used the system, which revealed various requirements for using the system in museums.

### 1. まえがき

デジタル技術を使った博物館資料理解のサポート技術は今に生きる人々にとっての新たな価値を資料に与えるための手段として有望である。

我々は、これまでにデジタル技術を使ったインタラクティブシステムの開発を行い、実際に博物館における展示で活用している[1][2]。本研究では、昔の遊びや文化に興味を持ってもらうことを目的とし、江戸時代のすごろくをデジタル化したインタラクティブシステムを開発した。情報技術を活用することにより、昔の遊びをコンピュータ上で再現し、現代でも楽しむことが可能なアプリケーションを提供することを目指している。最終的には、博物館における企画展で実際に運用することを目標としている。

すごろくの画像データは各地で数多くアーカイブ化されているが、実際の遊び方までを再現した例は少ない。情報技術を活用し、遊び方を再現することで、無形のデジタルアーカイブへの拡充が可能になると考えている。

関連研究として、明治時代の絵すごろくを歴史的資料として教育に活用した研究[3]が報告されている。絵すごろくは作成当時の時代背景を反映して作成されており、この研究では絵すごろくから読み取れる当時の人々の考え方や生き方などを体験し学ぶことを目的としている。本研究では、すごろくを遊ぶ際にルールの学習を支援する体験型システムの開発を目指している。

ボードゲームの学習支援システムとして、ディスプレイとカメラを用いて将棋の駒の動きを示すシステム[4]がある。このシステムでは、ディスプレイを将棋盤に見立ててその上にコマを配置し、駒の利きを示すことで初心者への支援を行う。また、エンタテインメント性を拡張したデジタルボードシステム「blocki」[5]では、物理的制約が存在するボードゲームの表示部分をディスプレイにすることで可変性をもたらしている。これらはデジタル技術と実物を使ってボードゲームのルールの学習を支援する点において本研究と類似しているが、本研究では江戸時代のすごろくという歴史的に価値のあるものを対象としている。

る点、データを差し替えることで他のすごろくに変更できる点、プレイヤーへの通知に LED を活用するなど新たな要素を追加している点において異なっている。

## 2. すごろくのデジタル化

### 2. 1 江戸時代のすごろく

江戸時代のすごろくは、出目の数だけ進む「進みすごろく」だけではなく、出目によって指定されたマスに飛んで上りのマスに向かう「飛びすごろく」もあり、現在の一般的なルールとは異なる場合がある。

図 1 は「百種怪談妖物双六 (むかしばなしばけものすごろく)」(安政 5(1858)年作, 国立歴史民俗博物館蔵)の「中河内の雪女郎 (なかのかわうちのゆきじょうろう)」のマスである。このすごろくは飛びすごろくであり、マスの右上に書かれている文字がマスのタイトル, 左上に書かれている文字が行き先である。「1」で船ゆうれい, 「2」で海ぼうず, 「3」で山びこ, 「4」でねこまたに移動する。なお, 「5」と「6」の場合の行き先は書かれていないため, これらの目が出た場合は移動しない。

また, マス内の文字には現代とは異なるものが使用されていることもあるため, 行き先や各マスの意味などが分かりにくい。本研究では, これらのルールやマスの内容をわかりやすく表示し, 知識がなくても遊べるようにすることを目的としている。今回は, 飛びすごろくと進みすごろくの両方を対象とした。



図 1 飛びすごろくのマスの例

Figure 1 Example of a panel of Tobii-Sugoroku.

### 2. 2 すごろくに含まれる情報

本研究では, 1つのすごろくだけでなく, 様々なすごろくに対応できるシステムの構築を目指している。まずは, すごろくのデジタル化に必要な要素について検討した。多くのすごろくは, 1つの盤上に複数のマスが配置されている。マスの形状や大きさは 1つの盤内でも異なる場合があるが, 基本的に矩形を想定した。ルールとしては飛びすごろくと進みすごろくの 2種類があるが, 必要とされる情報はどちらも同じである。

すごろくのデジタル化に必要な各マスの情報は以下の 5種類である。

- (1) マスの番号
- (2) マスのタイトル, 説明
- (3) マスの位置 (全体図中の配置)
- (4) マスの大きさ (幅, 高さ)
- (5) 出目に対応する行き先のマスの番号

これらの情報に加えてすごろくの全体図のファイルの名前およびタイトルを CSV ファイルで管理する。すごろくごとに CSV ファイルと全体図のファイルを用意することで, 複数のすごろくに対応することができる。

## 3. インタラクティブシステム

### 3. 1 システム概要

本研究では, 江戸時代のすごろくをデジタル化したインタラクティブシステムを開発した。本システムは, 博物館における企画展で実際に運用することを目標としている。図 2 にシステムの展示イメージ図を示す。

本システムは情報技術を活用したものであり, ゲームの進行はコンピュータの指示に従って行われる。プレイヤーは, 従来のすごろくと同様に, 実物の盤と実物のサイコロを使用して遊ぶ。サイコロにセンサと無線通信機を搭載することで, コンピュータがサイコロの状態を監視できるようにしている。プレイヤーの操作を単純にするため, 操作はボタンを押すこととサイコロを振ることの 2種類のみとした。ボタン型スイッチを押すことでゲームが進行し, サイコロを振れる状態になる。さらに, 実物の盤上にプロジェクタを用いてプレイヤーの現在位置, 出目に対する行き先, 指示などを投影し, 詳しいルールを知らなくても表示された指示に従いながらすごろくを遊べるようにした。加えて, LED をサイコロに搭載し発光させることでプレイヤーの手番を示すようにした。参加できるプレイヤーは最大 4人までで, 1人の場合はコンピュータとの対戦になる。

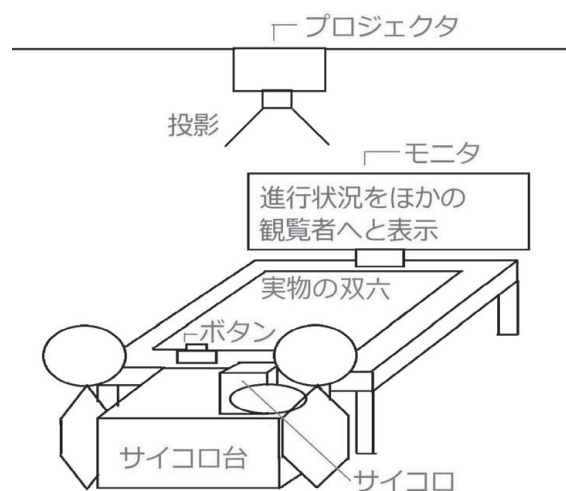


図 2 システムの展示イメージ

Figure 2 Image of the interactive system's exhibit.

### 3.2 システム構成

本システムは PC, サイコロ型デバイス, 情報提示装置で構成される. システム構成を図 3 に示す. 開発環境として, Visual C# を使用した.

サイコロ型デバイスとして, 3 軸加速度センサおよび色変更が可能な LED を搭載したマイクロコンピュータを内蔵するものを自作した. 小型軽量化を行うため, マイクロコンピュータとして RFduino[6], 加速度センサには Kionix KXR94-2050 を使用した. このデバイスはボタン電池 1 個で稼働し, 加速度の値の送信と LED の色情報の受信を行う.

入力には, サイコロ型デバイスおよびボタン型スイッチを使用する. ボタン型スイッチは, BLE (Bluetooth Low Energy) の送受信機と一体であり, PC に USB で接続する. PC は BLE の送受信機を使用して, サイコロ型デバイスから状態を取得したり要求を送ったりする通信を行う.

情報提示には液晶モニターとプロジェクタを用いる. 液晶モニターはコマの説明を表示し, プロジェクタは実物のすごろく盤上に現在の位置や次の指示, サイコロのアニメーションを投影する.

博物館での運用にあたって, 週末はサイコロ型デバイスを使用し, オペレーターもつけて運用することを想定しているが, 平日は無人で動作させることも想定し, サイコロはモニターまたはプロジェクタを用いてアニメーション表示することを検討している. また, プロジェクタを使用せず液晶モニターのみで動作させることにも対応している. 図 4 は液晶モニターのみで動作させた場合の実行画面である. 左側にすごろくの全体図とプレイヤーのコマの位置, 右側に止まったマスの拡大図, 画面中央にサイコロのアニメーションを表示している.

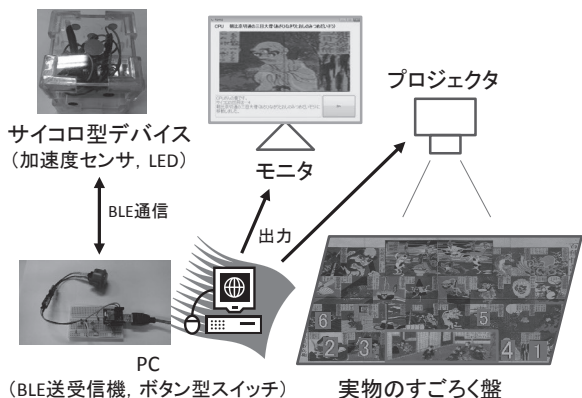


図 3 システム構成図  
Figure 3 System structure

### 3.3 サイコロ型デバイスによる入力

実物のサイコロを振ることですごろくを進行できるように, 3 軸加速度センサを搭載したサイコロ型デバイスを作成した. 加速度からデバイス

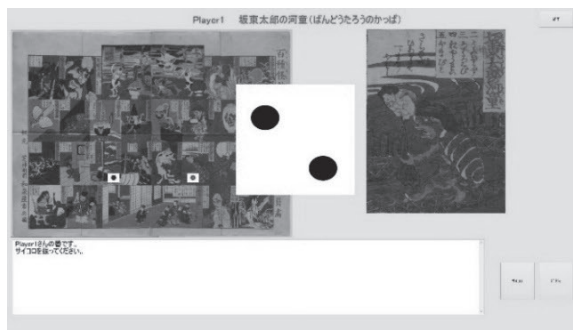


図 4 1 画面による実行画面  
Figure 4 Screenshot of the system for one-screen version.

の姿勢を取得し, サイコロの出目を検出する. 加速度センサの各軸がサイコロのいずれかの面に垂直になるように, サイコロ内に加速度センサを固定した.

加速度とサイコロの出目の例を図 5 に示す. 図 5(a) では加速度センサの Z 軸負の向きに重力加速度がかかり, X 軸および Y 軸の加速度は 0 になるため, 出目は 1 と判定できる. 図 5(b) では Y 軸正の向きに重力加速度がかかり, X 軸および Z 軸の加速度は 0 になるため, 出目は 4 となる.

実際の進行は, サイコロとボタン型スイッチを使用して行う. プレイヤーは, ボタンを押してからサイコロ型デバイスを転がす. 現在のところサイコロが静止してから 5 秒後に出目を検出するようにしている.

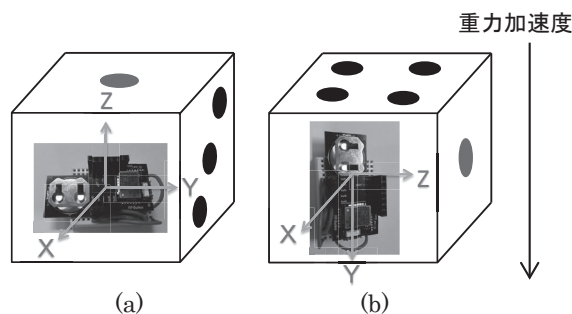


図 5 加速度によるサイコロの出目の検出  
Figure 5 Detection of rolled number of the dice by acceleration sensor.

### 3.4 プロジェクタを用いた情報呈示

江戸時代のすごろくについて知識がなくても遊べるようにするため, テーブルの上に置いた盤にプロジェクタを用いて上から映像を投影し, ゲームの状態に関する情報を表示するようにした. 具体的には, すごろくの進行に応じて, 実物のすごろく盤上にプレイヤーが現在居るマスや次の進むマスを重畳表示する.

図 6 はプロジェクタによる情報呈示の例である. 赤枠と青枠でハイライトされたマスが 2 人のプレイヤーの現在位置であり, 「1」から「4」の数字は出目に対して進むマスを表している.

また、盤上を囲んで遊ぶことを想定しているため、次の指示などの文字は上下反転したのもも表示するようにした。



図 6 プロジェクタによる行き先の重畳表示  
Figure 6 Augmented display of next positions of players by a projector.

### 3. 5 コマ移動のアニメーション表示

飛びすごろくでは、次にどこのマスに移動するかが分かりにくい。プレイヤーの移動を視覚的にわかりやすくするため、コマ移動の軌跡をアニメーション表示するようにした。プレイヤーの現在位置は、マス全体をハイライトで表示し、枠の色でプレイヤーを識別する。マスの大きさは一つのすごろく中でも異なる場合があるため、CSV ファイルに記述しておく。

図 7 にコマ移動のアニメーションの例を示す。移動前のマスの左上の座標を(x, y)、移動後のマスの左上の座標を(x', y')とし、2点間の各軸方向の距離(x'-x, y'-y)を算出する。この距離をアニメーションのコマ数で分割し、ハイライトの位置を分割した距離ずつ変化させることで軌跡を表示する。移動中に表示するハイライトは縮小し、移動前後のマスの大きさに関わらず一定の大きさになっている。軌跡を描いた後は、CSV ファイルに記述された次のマスの大きさに合わせてハイライトの大きさを変化させる。

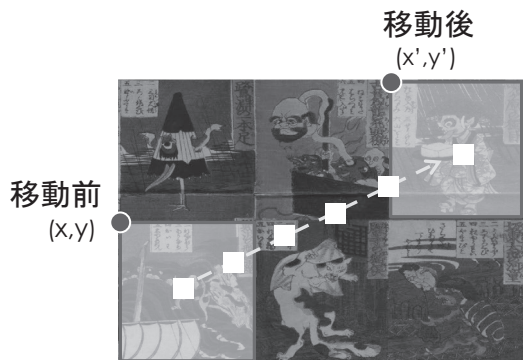


図 7 コマ移動のアニメーション表示  
Figure 7 Example of animation from current to next position.

### 3. 6 LED によるプレイヤーの表示

サイコロ型デバイスと PC を BLE で通信可能にすることで、加速度のデータを取得するだけでなく、サイコロに情報を送ることが可能となる。情報技術を活用した応用として、サイコロに LED を搭載し、LED の色を変化させることで、サイコロを見れば次は誰の手番かが明示的にわかるようにした。

図 8 は LED を搭載したサイコロ型デバイスである。サイコロの筐体を透明にし、LED は RGB の 3 色を混ぜ合わせて変色可能なものを使用する。マイクロコンピュータを用いて色を変更することで、次のプレイヤーを通知することができる。表 1 にプレイヤーと色の対応を示す。表中の RGB の値が 1 のときに LED を発光し、値が 0 のときは消灯するようにした。また、LED を点滅させることでサイコロを振れる状態にあることを示すようにした。

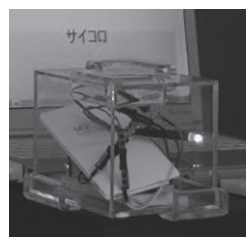


図 8 LED を搭載したサイコロ型デバイス  
Figure 8 Dice equipped with a microcomputer and LEDs.

表 1 プレイヤーと LED の色の対応  
Table 1 Player and corresponding color of LED.

プレイヤー	色	R	G	B
プレイヤー1	赤	1	0	0
プレイヤー2	青	0	0	1
プレイヤー3	緑	0	1	0
プレイヤー4	黄	1	1	0

## 4. 評価

### 4. 1 評価方法

開発したシステムの有用性と操作性を評価するため、システムを実際に体験してもらい、承諾を得た人のみにアンケートに回答してもらった。

回答者は 14 名(男性 10 名, 女性 4 名)であり、年代は 10 代が 4 名, 20 代が 9 名, 40 代が 1 名であった。また、このうち 1 名を除く 13 名は、江戸時代のすごろくについてほとんど知識がなかった。回答者には、システムの概要を説明した後、1 辺が 10cm のサイコロ型デバイスを使用してゲームを実際に行ってもらった。プレイヤーの人数は、1 人用が 5 名, 2 人用が 7 名, 3 人用が 2 名であった。

評価項目は、(1)サイコロとボタン型スイッチによる操作のわかりやすさ、(2)プロジェクタによ

る行き先や現在位置の表示の効果, (3)サイコロのLEDによる手番の表示の効果, (4)通常の紙のすごろくと比較した面白さの5項目について, 5がもっともよい5段階で評価してもらった。

また, (5)テキストの表示スピードについては3を「ふつう」とする5段階, (6)江戸時代のすごろくや当時の文化に対する興味喚起については3段階で回答してもらった。

#### 4. 2 結果と考察

図9に(1)から(4)までの5段階評価の結果を示す。(1)サイコロとボタン型スイッチによる操作のわかりやすさ, (3)サイコロのLEDによる手番の表示の効果, (4)通常の紙のすごろくと比較した面白さについては, 否定的に回答した人はいなかった。(2)のプロジェクタ表示については, 「2: わかりにくい」と回答した人が1名いたが他にはあまり差がなく, 全体的には肯定的であった。したがって, 情報技術を活用してすごろくをコンピュータ上で再現するという本システムのコンセプト自体は有用であると考えられる。

(5)テキストの表示スピードについては, 14名中9名が「3: ふつう」と回答し, 5名が「4: 少し遅い」と回答した。今回の被験者は10代と20代が多かったため, 少し遅いと感じる人もいたが, 博物館において老若男女に体験してもらうことを考えると適切であると考えられる。

(6)江戸時代のすごろくや当時の文化に対する興味喚起については, 1名を除き, 13名が少なからず「興味を持った」と回答した。したがって, 昔の遊びや文化への興味喚起に関しても効果があることがわかった。

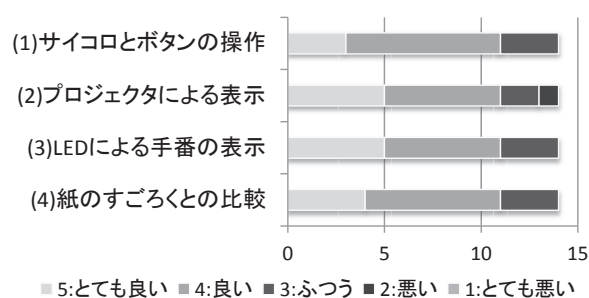


図9 システムの評価

Figure 9 Evaluation of the system.

### 5. 博物館における運用のための課題

評価実験の結果から, 本システムを博物館で運用するにあたり, 幾つかの課題が明らかになった。システムの操作性, サイコロの形状と耐久性, プレイ時間の考慮の3点について述べる。

#### 5. 1 システムの操作性

評価実験より, テキストの表示スピードについては適切であることがわかったが, 「サイコロを

振った後の出目検出に時間がかかるのが気になった」という意見があった。サイコロの出目は, 現在のところ, 5秒間静止した場合に決定するようにしている。これは, サイコロの振り始めに静止していると出目として検出してしまう可能性があるからである。振り始めを検出することで静止時間を短くすることが可能になると考えている。また, 体験者からのコメントとして, 最初は慣れないから時間に余裕がある方がよいが, 2,3回試すと慣れてくるので徐々に早くしてもよいのではという意見が得られた。

ボタンについては, 現在のところ一つで進行するようにしているが, 実際の運用を考えると, 途中でゲームを終了させたり, 前のグループのゲーム進行が残っていたりする場合も考えられる。これらを回避するために, 別途リセットボタンが必要になると考えている。

#### 5. 2 サイコロの形状と耐久性

まず, サイコロに搭載するボタン電池の持続時間を検証した。サイコロの小型軽量化を目指しているため, ボタン電池1個での使用を予定している。博物館で運用するためには, 頻繁に電池交換することは好ましくないため, 一般的な開館時間である7時間以上連続で使用できることが望ましい。実際にデバイスの電源を入れた状態で持続時間を計測したところ, LED1個を点灯させた状態で7時間以上継続して使用することができた。

次に耐久性を確認するため, 学祭のイベントでシステムを2日間展示し, 一般の人に体験してもらったところ, 転がした際の衝撃でLEDの配線が外れるという問題が起こった。今回の試作版ではブレッドボードを使用し, 配線はテープで固定していたが, 最終的には, ユニバーサル基盤に実装することが望ましいと考えられる。また, サイコロについては, 「あまり転がらない」という意見も多かった。もう少し丸みを帯びた形状にし, 軽量化することが望ましいと考えられるため, 3Dプリンタによる造形も検討している。

#### 5. 3 プレイ時間の考慮

実際の博物館展示では, 1グループにつき長くても15分程度の使用を想定しているため, 実際にシステムを使用した際にゴールまでにかかるステップ数と時間について検証した。

飛びすごろくである「百種怪談妖物双六」について最短でゴールする経路は, ふりだしから「1: 中河内の雪女郎」→「4: 腥寺の猫俣」→「2: 上り」であり, 3回サイコロを振ればゴールする可能性があることがわかった。進みすごろくである「東海道五十三駅双六」については70マスほどあるため, 最短でも12回サイコロを振る必要がある。1人の1手番にかかる時間は30秒以上必要であり, 人数が増えると増えた分だけ時間が増加する。最短時間は, コンピュータとの対戦も含

む 2 人のプレイになり、飛びすごろくで最短 2 分、70 マス程度の進みすごろくでは 10 分以上かかることがわかった。

実際に 4 人のプレイヤーでゲームを行ってみたところ、30 分では誰もゴールすることができず、全員に最後まで遊んでもらうことは困難であることがわかった。したがって、短時間でゴールできるようにするしくみや、時間制限を設けてゴールしなくても終わらせるしくみなどが必要になると考えている。

## 6. あとがき

江戸時代のすごろくのデジタル化とインタラクティブシステムについて述べた。開発したシステムを実際に操作してもらって評価実験を行ったところ、情報技術を活用してすごろくをコンピュータ上で再現するという本システムのコンセプト自体は有用であることがわかった。博物館における運用に向けた課題として、システムの操作性、サイコロの形状と耐久性、プレイ時間の考慮について検討が必要であることがわかった。

本システムは、2017 年 3 月 14 日から 5 月 7 日にかけて開催される国立歴史民俗博物館企画展示「デジタルで楽しむ歴史資料」において 8 週間運用する予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 26350390 の助成によるものである。

## 参考文献

- 1) 鈴木卓治: 企画展示「楽器は語る」におけるマルチメディアコンテンツについて, 国立歴史民俗博物館研究報告, vol.189, pp.117-141 (2015).
- 2) 曾我麻佐子, 富増康宏, 藤田憲孝: 寺院の博物館展示を目的とした襖配置の CG 再現と体験型システム, 情報処理学会人文科学とコンピュータシンポジウム論文集, vol.2015, no.2, pp.51-56 (2015).
- 3) 石出みどり, 日本史 明治時代の子どもになって遊んでみよう! 絵双六「尚武須護陸」に読みとる歴史, 第 18 回公開教育研究会報告, Vol.59, pp.127-139 (2014).
- 4) 三好竜志, 高井昌彰, 高井那美, 駒の利きを盤面上で可視化する将棋初心者支援システム, 第 76 回情報処理学会全国大会講演論文集, 1-329~1-330 (2014).
- 5) 高橋良平, 片寄晴弘, エンタテイメント性の拡張の考察に基づくデジタルボードゲームの開発, 情報処理学会研究報告, Vol.2012-EC-23, pp.1-6 (2012).
- 6) RFDuino Digital, 2014.  
[http://www.rfduino.com/wp-content/uploads/2014/03/rfduino.ble\\_programming\\_referece.pdf](http://www.rfduino.com/wp-content/uploads/2014/03/rfduino.ble_programming_referece.pdf)