

NFC班成果報告書

青木 雅典 宇根 岬 濱田 和幸 斎田 光太郎 藤原 浩一 井上 諒也
大山 航平 小林 賢治 湯浅 健生 水野 佑哉 福井 尚卿 海木 一佳

平成 29 年 12 月 13 日

目 次

1	はじめに	3
2	NFC タグの電気的駆動原理について	3
2.1	アンテナ部について	3
2.2	NFC タグ LSI について	4
3	FeliCa カードにおける認証機能について	5
3.1	認証方式とカードの種類	5
3.2	FCF	5
3.3	まとめ	5
4	NFC 搭載 IC カードの社会的普及について	6
4.1	運転免許証に関して	6
4.2	マイナンバーカードに関して	6
5	学生証のデータフォーマット	6
5.1	当大学の学生証	6
5.2	Felica のファイル構造	7
5.3	システム	7
5.4	エリア	7
5.5	サービス	8
5.6	ブロック	8
5.7	学生証リーダー	8
6	SDK for NFC を用いた Felica 用 IC カードの読み取りと Unity への応用	8
6.1	SDK for NFC とは	8
6.2	利用方法について	9
6.3	Unity への応用	9
6.4	展望	9
7	NFC を用いた IoT システムの紹介	9
8	おわりに	10

1 はじめに

NFC は Near Field Communication の略称であり、13.56 MHz の周波数を利用する通信距離 10cm 程度の近距離無線通信技術、およびそれに関する規約などを指す。この技術は携帯電話や PC などに搭載されることを前提に、機器間のデータ交換などの用途を想定して規定されている。消費者が製品をかざすだけという簡潔明瞭な動作で利用可能、ということが注目を集め、NFC は現在多くの国で、決済サービスや入退室管理システムに活用されている。当学においても学生証や生協組合員カードなどの学内情報サービスにおいて NFC が活用されている。

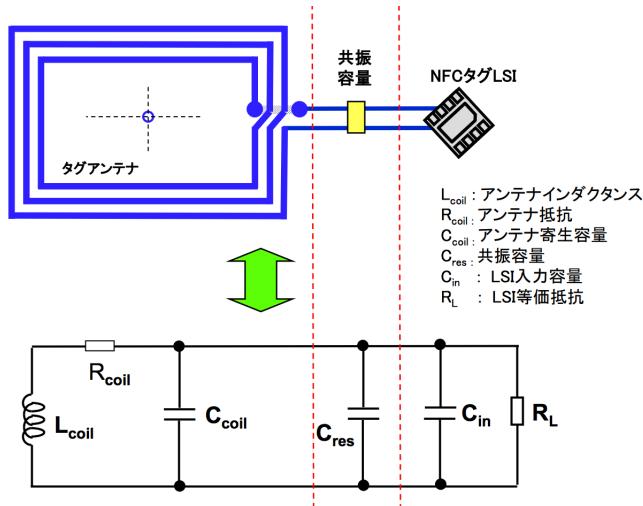
当プロジェクトでは、NFC の現状や、それに関連したサービスについての知識を得るために、調査や関連アプリケーションの開発を行った。本書では、各班員が活動を通して得た知見を解説し、NFC の現状や展望について述べる。

2 NFC タグの電気的駆動原理について

文責：福井 尚卿

IC カードに含まれている NFC タグは内部に電源を持たず、パッシブ型の IC タグと呼ばれる。NFC タグはアンテナ部・NFC タグ LSI の 2 つの要素によって構成されている。アンテナ部はコイル状になっており電力の供給や高周波での信号のやりとり（RF 通信）を行うことができる。詳しい仕組みに関しては後述する。IC タグに供給される電力は、リーダやライタに電流を流すために要した電気的なエネルギーによる電磁誘導によって供給される。

2.1 アンテナ部について



アンテナ部の回路構成はこのようになっており、 C_{res} を変化させることで任意の周波数に対する RLC 直列共振回路を構成することができる。RLC 直列共振回路が供給される周波数と完全に共振の場合、その回路のインピーダンスが電気的に $R_{coil} + R_L$ のみとなる。この回路の性質を利用すると、複数の周波数成分

が混合した信号からある任意の周波数（共振周波数）のみを取り出すことができる。また、この回路の共振周波数は以下の計算式で導かれる。

$$f_r = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_{coil} \cdot (C_{coil} + C_{res} + C_{in})}}$$

また、アンテナ部の巻数、線幅、線間によって通信距離を決定することができる。

2.2 NFC タグ LSI について

ここでは例として NFC タグ LSI の 1 つとして MN63Y1212 を例にとって説明する。この素子には、外部の R/W と非接触通信を行う RF I/F、外部の Host と接触通信を行うシリアル I/F、コマンド処理や各種制御を行う制御ロジック、RF 通信用の 2Kbit の送受信バッファ、不揮発性メモリ 4Kbit の FeRAM、暗号 AES を搭載されている。また、RF 通信動作をバッテリレスで行うことができる。MN63Y1212 の端子構成は以下のようになっている。

MN63Y1212の端子構成とパッケージ

ピン No.	端子名	入出力	入出力タイプ	機能
1	VB	I/O	-	コイル端子
2	N.C	-	-	テスト用端子です。オープンまたはグランドに接続してください。
3	VSS	-	GND	グランド
4	VA	I/O	-	コイル端子
5	NIRQ	output	Open Drain	割込み要求出力 使用時：NIRQ を使用する IC の電源でブルアップしてください。 未使用時：2 ピンの N.C と同様に処理してください。
6	N.C	-	-	テスト用端子です。2 ピンの N.C と同様に処理してください。
7	N.C	-	-	テスト用端子です。2 ピンの N.C と同様に処理してください。
8	VDDA	-	Power	アナログ内部電源 (VSS 間に容量を接続)

図 2: MN63Y1212

VA と VB にコイルの両端を接続し、先の RLC 直列共振回路でフィルタリングされた信号を受け取り、また電力を素子に供給することができる。信号は LSI で処理され、通信コマンドを受け取ると供給された電力を用いて NFC タグ LSI に内蔵された FeRAM にアクセスし情報の書き込みや読み取りができるようになる。

3 FeliCa カードにおける認証機能について

文責：青木 雅典

現在、非接触型 IC カード技術方式のひとつである「FeliCa」は、電子マネーカードや本学学生証など様々な場面で活用されている。特に、電子マネーにおいては、利用者がスマートフォンに搭載されている NFC リーダーを介して残高や利用履歴が確認できる。しかし、カード内のすべての情報を誰でも読み書き可能にするとセキュリティ上の大きな問題となるため、FeliCa では通信時の鍵認証機能の有無によって読み書きの制限を行なっている。ここでは、FeliCa の無線通信におけるセキュリティ認証について説明する。

3.1 認証方式とカードの種類

FeliCa は、ソニー株式会社が開発した技術方式であり、仕様用途によって複数の SDK が提供されている。電子マネーの残高といった鍵認証の不要なデータ領域は、無償で提供されている SDK for NFC Starter Kit によって読み取り可能だが、鍵認証の必要な通信は有償の SDK を利用する必要がある。そのため、認証なしの通信では、鍵認証を必要とするブロックのデータを読み出すことができない。

FeliCa カードには「FeliCa Standard」「FeliCa Lite-S」「FeliCa Lite」の 3 種類が存在 [4, p.13] し、それぞれのカードで利用可能な認証機能が異なる。認証機能は、リーダー／ライターがカードを認証する「内部認証」、カードがリーダー／ライターを認証する「外部認証」、および、これら二つを同時に利用する「相互認証」の 3 種類が存在 [5, p.74-75] し、要求されるセキュリティによって使い分ける。

3.2 FCF

カード内に記録されている製造 ID(IDm) は、カード製造者によってはユニークな値を取らない場合がある [6, p.7] ことや、「なりすまし」のリスクが高いことから、入退室管理などのセキュリティが要求される場面では利用できない。そこで、セキュリティの高い個人認証や複数サービスによる同一カードの利用を想定した、FCF¹と呼ばれるフォーマットが存在する。[7]

FCF では、縮退鍵認証と呼ばれる認証方式によって通信路を暗号化することで、通信データの盗聴を防ぎ、改ざん検知を可能としている。また、複数のサービスで一つのカードを利用する「マルチユース」を対象にフォーマットが定義されている。これは、FeliCa 共通領域内に追加サービス情報のブロックを定義することで、大学をはじめとした組織内の複数サービスに対し、柔軟に対応できるようになっている。

3.3 まとめ

ここでは、FeliCa の認証機能について簡単にまとめた。現在流通する FeliCa カードでは、その多くが認証方式を公開しておらず、鍵認証通信に関する資料は有料 SDK として配布されている。カードの仕様について、その詳細を知ることができず、利用者が不正な改ざんを行うことは難しい。しかし、FeliCa を活用したアプリケーション開発を行う上で、新たな FeliCa 対応ハードウェアの設計や、既存のカードを利用する際に、認証方式を含めた仕様を理解することは極めて重要である。今回参照した文献を含め、無償提供されている様々な資料を踏まえた上で、製作するアプリケーションにあった SDK を選択し、開発を進めいくことが望ましいと考えられる。

¹Felicitous Common use Format

4 NFC 搭載 IC カードの社会的普及について

文責：藤原 浩一

NFC や Felica が搭載されている IC カードは比較的安価であり、我が国でも様々な場所で非常に普及している。最も普及し使われている IC カードとして、公共交通機関などで使用されている「ICOCA」「Suica」などの交通系 IC カードが挙げられる。このように普及を進めてきている NEC 搭載 IC カードは、現在社会的事業においても活用され始めている。ここでは、今後の活用が期待されている「運転免許証」と「マイナンバーカード」を例に挙げて説明する。

4.1 運転免許証に関して

身近に存在している運転免許証も NFC 搭載 IC カードとなっている。運転免許証は平成 21 年 1 月から IC チップを内蔵しており、NFC カードリーダにて読み取ることができる。格納されているデータは以下の通りである。・氏名・生年月日・免許種別・本籍・顔写真現在この IC カードは、警察による交通違反の取り締まりに使われており、青切符発行の時間短縮などが実現されている。なお記録されているデータに関しては、各個人で設定する暗証番号にてロックがかかっている。暗証番号は二種類存在しており、第一番号にて、氏名・生年月日・免許種別を表示することができ、第二番号で本籍・顔写真を表示できるようになっている。

4.2 マイナンバーカードに関して

平成 28 年 1 月から各市町村が発行されているマイナンバーカードには IC チップが搭載されている。この IC カードには本人を証明することができるシステム（電子証明書）が備わっており、以下のような用途に使用することができる。・署名用の電子証明書（オンラインバンキング等にて使用）・利用者証明用の電子証明書（マイナンバーポータルサイト「マイナポータル」などへのログイン）また、コンビニエンスストアなどでは、この IC カードを使用した住民票などの各種証明書の発行ができる。しかし市町村によっては、サービス自体を開始できていないところも多く、今後の普及における課題となっている。

このように様々な場所にて色々なカードが NFC に対応してきていることがわかるが、利用者がカードを利用することで便利になっているとは言い難い状況となっている。私は、今後の活用場所の拡大をさらに進めていく必要があると考えている。

5 学生証のデータフォーマット

文責：大山 航平

5.1 当大学の学生証

立命館大学では、IC カード化された学生証を利用して授業の出欠管理や図書館の入退出管理を行なっている。この学生証はソニーが開発した非接触型 IC カードの技術方式である FeliCa に基づいており、FeliCa も NFC 規格 (ISO/IEC 14443・ISO/IEC 18092) に準拠しているため、セキュリティ確保のために暗号化された保護領域以外は NFC フォーラムにて定められたコマンドでアクセス可能である。そこで、自分は FeliCa リーダーを制御する為のフリーのライブラリである「felicalib」を用いて、学生証の非保護領域を解析した。以下に FeliCa のファイル構造と、それに対応した学生証の解析結果を示す。

5.2 Felica のファイル構造

FeliCa のデータはカード発行者の管理するプライベート領域と、フェリカネットワークの管理する共通領域に分かれており、各領域はさらにシステム、エリア、サービス、ブロックの順に細分化されている。

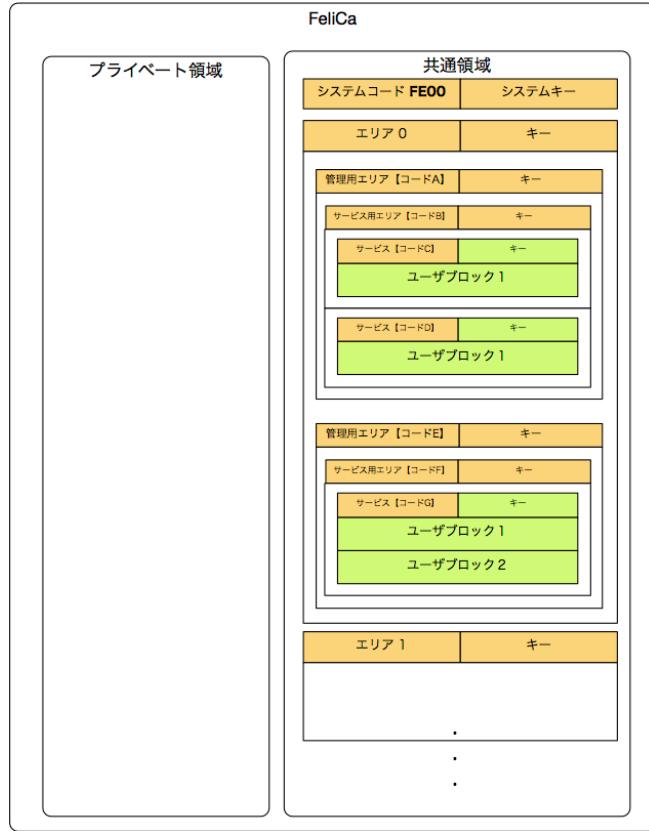


図 3: FeliCa のファイル構造

5.3 システム

システムは、論理的なカードの単位を表している。このシステムを複数用意することで、物理的一枚のカードの中に複数のカード機能を保持させることができる。学生証には 8E32 と FE00 の二つのシステムコードによって識別される二つのシステムが存在していた。FE00 は共通領域に割り振られるシステムコードである。

5.4 エリア

エリアは、不揮発性メモリ領域の使用可能な残ブロック数やサービスへのブロック数の割り当てのことを指す。すべてのサービスはいずれかのエリアによって管理される。学生証ではシステムコードが 8E32 のシステム（プライベート領域システム）は 1 個のエリア、システムコードが FE00 のシステム（共通領域システム）は 15 個のエリアで構成されていた。

5.5 サービス

サービスは、ブロックをグループ化したものである。グループ化されたブロックに対するアクセス方式やアクセス権限を定義し、アクセス権限を確認する為の認証用の鍵を保持している。学生証のプライベート領域システムは2個のサービス、共通領域システムは19個のサービスで構成されていた。

5.6 ブロック

ブロックは、書き込み/読み出しにおける16バイトの単位である。任意のデータを格納可能であり、各ブロックはブロック番号により指定可能である。ユーザのアクセス単位もブロックとなるので、16バイトを超えるサイズの情報を格納するには複数のブロックに分割する必要がある。学生証のプライベート領域システムには学籍番号と入学年月日の情報、共通領域システムにはそれに加えて氏名(カタカナ表記)の情報が存在していることが確認された。

5.7 学生証リーダー

解析した情報を元に、Felicaリーダーを用いて学生証を読み込み、生徒情報を表示するプログラムを作成した。学部・学科情報は学籍番号の上4桁に対応しているが、その対応関係を網羅した資料は見つからなかったため、現在は一部の学部・学科のみ正しく表示される。



図 4: 学生証リーダー

6 SDK for NFC を用いた Felica 用 IC カードの読み取りと Unity への応用

文責：海木 一佳

6.1 SDK for NFC とは

ソニーからフリーで配布されているNFC機器またはFelicaカードを利用するアプリケーションを効率的に開発するためのツールである。昔は企業向け限定かつ高額で販売していたため、入手することが困難であったようであるが、現在はフリーで解放されているため改善されている。このSDKを用いることで具体的には読み取りタイミングの細かい指定や、Felicaカードの情報から一部分の情報のみ抜き出すことなどが

可能となる。日本の企業から配布されているだけあって、このSDKの添付資料には日本語のドキュメントが用意されており、使い方の理解は比較的容易である。

6.2 利用方法について

まず、SDK for NFCはフリーで誰でもDLすることが可能なのでソニーの公式HPからDLを行う。解凍すると中にヘッダファイルとライブラリが入っているので正しく参照するようにすれば自由に使うことができる。筆者は主にVisual Studioにて設定を行い、開発を進めた。

6.3 Unityへの応用

このNFCの技術を使ってゲーム制作を考えた。そこで、ゲーム制作エンジンとして優れているUnityを使って開発を行おうと考えた。しかし、UnityにFelica用のカードを読み込み、利用する機構はデフォルトでは備わっていない。過去にはアセットストアでFelicaカードにまつわるアセットが販売されていたようだが、現在では販売されておらず、入手することができない。そのため、自分でUnityでFelicaカードを読み取りを行う機能を実装した。まず、SDK for NFCをUnityに組み込み、利用できるようにすることを考えたが、SDK for NFCはC++しかサポートしておらず、C#とJavascriptしかサポートしていないUnityでは直接利用することができない。そのため、Felicaカードの読み取り関連は別のプログラムとして開発し、DllにビルドしてNativePluginとしてUnityで取り込んだ。結果、Unityで自作の関数を呼び出せば、Unity上でFelicaカードの読み取りを行えるようにできた。非公式にはなるが、felicalibという有志によって開発されたC#用ライブラリがあるので、そちらを使えばもっと楽かもしれない。

6.4 展望

ほとんど環境を構築することで終わってしまった。NFCは入力インターフェースとして非常に魅力的だと考えている。開発する環境は整えることができたので、今後自分が作るサービスに活かしていきたい。

7 NFCを用いたIoTシステムの紹介

文責：井上 謙也

この章では、NFCを応用したシステムの紹介を行う。現在、NFC技術は多方面の分野で広く応用されているが、中でもIoT, Internet of Thingsという言葉との結びつきは、近年強力なものとなっている。

IoTとは定義としてさまざまな解釈があると思われるが、CPUを持たない製品や物体をネットワークでしていく考え方である。様々な種類のセンサーを設置を行い近距離無線通信を使用するなどして、データの操作を行うセンサーネットワークやPeer to Peer通信を用いるデータ交換、固有IDタグや非接触通信を応用したシステムなど用途はさまざまである。またこの章でのNFCの定義は国際規格のNFCという意味だけでなく、あくまでNFCタグやRFIDタグ、非接触技術を使用した近距離無線通信技術にも述べていきたい。

NECのICタグには、人間が物体の個々を識別するのに非常に適している。今回例に挙げるのは、街路樹センサーネットワークである。日本に街路樹を有する道路は数多く存在するが、存在を許している分メンテナンスの必要性も当然のことながら生じてくる。街路樹の状態はそれぞれ異なっている分、街路樹全体から一部をランダムに抽出して、その安全性を評価することもあるが、やはり信用に欠ける。安全管理を行うにあたって診断を行うが、診断内容も数多くありかつ膨大な数の街路樹ではデータとして整理することは難しい。そこで、活用できるのはNFCによる個体識別である。街路樹に固有ICタグを設置しタブレット類をかざす

と, NFC 通信により得た固有 ID を用いて, インターネットを介してサーバと接続し, 街路樹個体の診断情報を取得できるシステムである. 街路樹の診断にあたって, 街路樹の状態をセンサーを用い, NFC 通信で管理者が状況把握できる. 前述より, 効率性は非常に高いと考えられており, QR コードのようにわずかな損傷による影響も少なく, 近距離通信のためにセキュリティ被害のリスクも少ない. 主な問題としてはタグの盗難などが挙げられるが, これに対して NFC 準拠 IC タグを複数設置するなどを検討している. またここで街路樹の維持管理のためにセンサーを用いると記述したが, あくまで非破壊による診断であり, 赤外線や音波などを用いている. そのカルテのような診断結果はサーバが接続できるデータベースが有していることとなる.

8 おわりに

NFC 準拠の無線方式を利用したソニーの IC 技術である「FeliCa」は, 既に社会において幅広い用途で使われている. 通信速度の早さや形状の自由さから, FeliCa を搭載した製品は今後より一層増え, 世の中を便利に変えていくだろう. 前期プロジェクト活動を通して, NFC の規約や技術, またそれを利用したサービスについての基礎的な知識を得ることができた. しかし, 実際に NFC を利用したシステムを開発する際には, 業界標準団体である NFC Forum が取り決めているデータ格納形式など, 製品仕様のより高度な内容への理解が必要となるだろう.

当班において開発中の, NFC モジュールを用いた製作物は前期開講期間中には完成まで至らなかった. これは夏季休暇期間などをを利用して引き続き開発し, 後期に開催が予定されている学園祭では, 来場者に楽しんでもらえるような成果物を展示したい.

参考文献

- [1] Panasonic 「NFC タグ アプリケーションノート Version 1.6」(2016 年 5 月 31 日) [https://industrial.panasonic.com/content/data/SC/ds/ds8/c2/APN_NFC-TAG_JP.pdf] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [2] Panasonic 「NFC タグ アンテナデザインガイド Version 1.20」(2016 年 5 月 31 日) [https://industrial.panasonic.com/content/data/SC/ds/ds8/c2/OTH_NFCTag-Antenna-design-guide_JP.pdf] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [3] Panasonic 「DATA SHEET Part No. MN63Y1212 パッケージコード. HSON008-A-0202」(2015 年 2 月) [https://industrial.panasonic.com/content/data/SC/ds/ds4/MN63Y1212_J.pdf] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [4] Sony Imaging Products & Solutions Inc. 「Felica Lite-S セキュリティアプリケーションノート」(2017 年 4 月) [https://www.sony.co.jp/Products/felica/business/tech-support/data/fls_scrtv_1.11.pdf] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [5] Sony Imaging Products & Solutions Inc. 「Felica Lite-S ユーザーズマニュアル」(2017 年 4 月) [https://www.sony.co.jp/Products/felica/business/tech-support/data/fls_usmnl_1.21.pdf] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [6] Sony Imaging Products & Solutions Inc. 「Felica 技術方式の各種コードについて」(2017 年 4 月) [https://www.sony.co.jp/Products/felica/business/tech-support/data/code_descriptions_1.31.pdf] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [7] FCF-Forum 「使い易く安心な ID カードを目指した共通利用フォーマットのご紹介」(2017 年 4 月) [http://fcf.jp/uploads/8/4/7/5/84757380/fcf_g01_201704.pdf] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [8] SONY 「NFC について」 [<https://www.sony.co.jp/Products/felica/NFC/index.html>] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [9] YasuakiNakazawa 「Felica から情報を吸い出してみる - Felica の仕様編」 [<http://qiita.com/YasuakiNakazawa/items/3109df682af2a7032f8d>] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)
- [10] 矢吹信喜, 芦田雄太, 福田知弘, 道川隆士, 土木学会論文集「NFC 準拠 IC タグを用いた街路樹の情報管理システムの開発」(2014 年 10 月 27 日) [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejcei/70/2/70_I_177/_pdf] (最終閲覧日 : 2017 年 8 月 7 日)