

移動端末でのリアルタイム通信を目指した iアプリオンライン／iアプリコールのシステム開発

iアプリを拡張し、対戦型・協力型のゲームコンテンツなどのリアルタイム性の高いアプリケーションサービスを提供することを目的に、ネットワークと移動端末のシステム開発を行った。

ネットワーク開発部

みずぐち のりこ
水口 紀子

移動機開発部

おく まこと
奥 信人

サービスプラットフォーム部

たなか のりお
田中 紀央

1. まえがき

近年のインターネットの普及および端末高機能化の背景から、端末はインターネットを介して相互に接続し、多様なアプリケーションを利用できるようになってきた。それに伴い、端末プラットフォーム上でアプリケーションやコンテンツを提供する事業者といった、さまざまなビジネスプレイヤーが現れ、端末アプリケーション市場は今後さらに成長すると予想される。近年のインターネットでは、端末で利用するアプリケーションによって適切なプロトコルが選択されることが一般的である。例えば、P-to-P (Peer-to-Peer) 型^{*1}通信を利用した対戦型・協力型のゲームコンテンツでは、画面の描画に合わせて数十バイト程度の少量のデータを短い間隔で送受信するため、HTTP (HyperText Transfer Protocol) よりリアルタイム性の高いプロトコルでの通信が適している。従来のド

コモの packet ネットワークでは、Web ブラウジング、メールやiアプリでの通信に、HTTPのみが利用可能であった [1]。このため、インターネットでのさまざまなアプリケーションをドコモの packet ネットワークで対応するためには、HTTP 以外のプロトコルへの対応が必要となる。

コンテンツプロバイダ (CP: Contents Provider)^{*2}などがドコモの移動端末へアプリケーションプログラムを搭載する手段として、iアプリがある。iアプリによるゲームコンテンツや法人向けビジネスアプリケーションでの通信機能に関する要望として、HTTP 以外のプロトコルの利用と、サーバなどからの指示で移動端末のiアプリを起動する Push 起動があった。

そこで、iアプリでリアルタイム性の高いプロトコルを利用可能とする機能「iアプリオンライン」と、

移動端末やCPのサーバ（以下、CPサーバ）からネットワーク経由で他の移動端末のiアプリを Push 起動する機能「iアプリコール[®]*3」を開発した。

本稿では、ネットワーク、移動端末それぞれの拡張機能と実現方式について解説する。

2. サービス概要

iアプリオンラインは、複数人数でのリアルタイム通信を可能とする、iアプリの拡張サービスである。iアプリオンラインの概要を図1に示す。通信トポロジ^{*4}として、移動端末どうしがサーバを介さずに通信を行う P-to-P 型通信と、移動端末をクライアントとして、インターネット上のサーバと通信を行う Client-Server (C/S) 型通信を、iアプリで実現するものである。これらの通信は、iアプリでは TCP (Transmission Control Protocol)^{*5}、UDP (User

† 現在、三菱電機株式会社 インフォメーションシステム事業推進本部

*1 P-to-P 型：コンピュータが相互に接続され、サーバを介さずに直接情報を送受信するネットワーク形態。

*2 コンテンツプロバイダ (CP)：インターネット上のコンテンツを提供する事業者。

*3 iアプリコール[®]：(株)NTTドコモの登録商標。

*4 トポロジ：各端末をネットワークに接続する場合の物理的な配置状況。

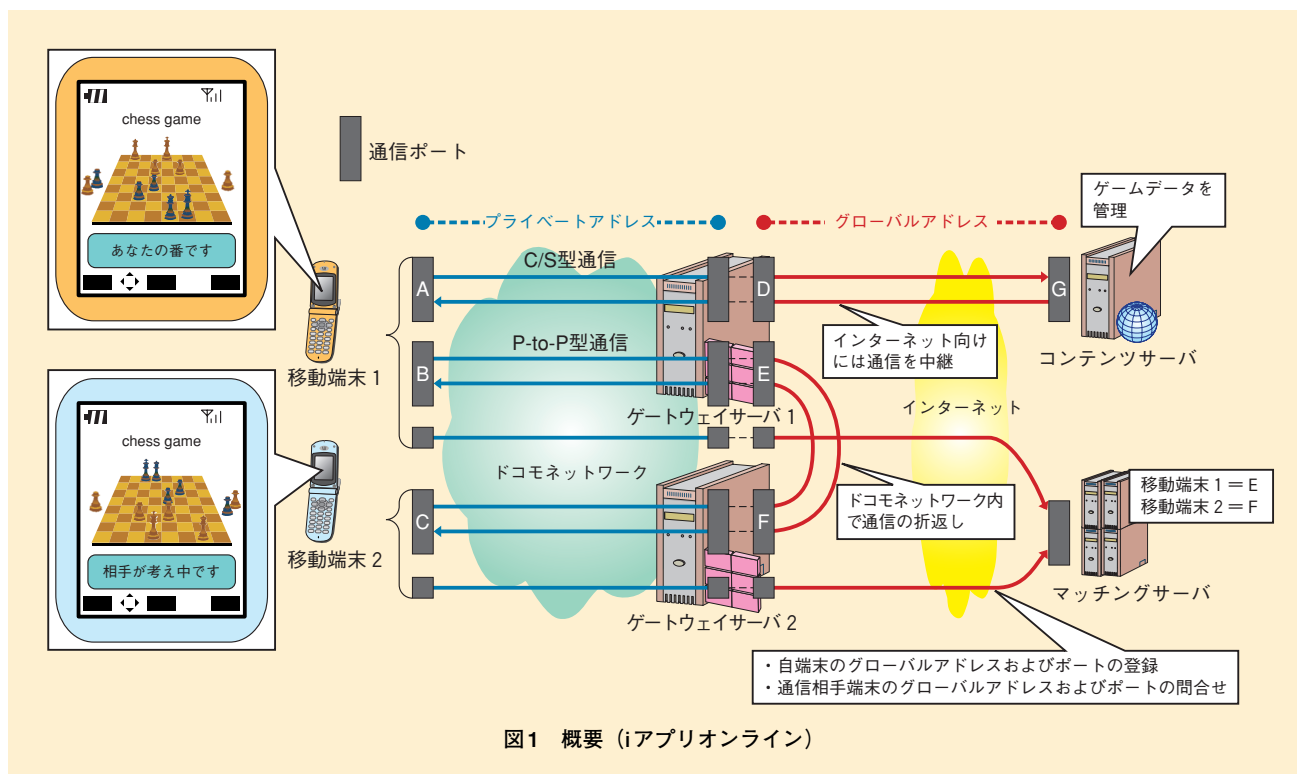


図1 概要 (iアプリオンライン)

Datagram Protocol)^{*6}を用いたソケット^{*7}通信としてプログラムされる。

iアプリコールは、移動端末の電話帳に登録されている情報を呼び出して、利用中のiアプリから他移動端末のiアプリをPush起動したり、CPサーバから移動端末のiアプリをPush起動することを可能とするサービスである。

これらの機能を利用することで、対戦型・協力型のゲームコンテンツを実現できるほか、企業サーバなどから移動端末のiアプリの起動・制御が行えるようになる。

3. 技術課題

3.1 iアプリオンライン

(1)アドレスおよびポート通知に関する課題

移動端末がパケット通信を行うためには、それぞれの移動端末に個別のアドレスを割り振る必要がある。しかし、アドレス帯域は有限であり、現状利用されているIPv4 (Internet Protocol version 4)^{*8}では、ネットワークに接続するすべての端末に割り当てるだけのグローバルアドレス^{*9}はない。配下に多くの端末をもつネットワークでは、アドレスの節約のためにプロキシサーバを設置し、プロキシサーバより内部はプライベートアドレス^{*10}を動的に端末へ割り当て、外部ネットワークへの

アクセスの際には、プロキシサーバがプライベートアドレスからグローバルアドレスに変換して通信を行うことが一般的である。また、プロキシサーバは、複数台の端末に対し1つのグローバルアドレスを割り当て、ポート^{*11}によって各端末あての通信を判別することで、さらに効果的にアドレスを節約している。ドコモネットワークでは、すでにこのような方式を実現しており、ゲートウェイサーバが前述のアドレスおよびポート変換を行っている。

しかし、P-to-P型通信を実現するためには、移動端末に割り当てられたグローバルアドレスとポートを通信相手の移動端末に伝える手段が必要となる。このために、移動端末には次の機能が必要である。

*5 TCP：インターネットで標準的に利用されるIPの上位プロトコル。接続相手やデータ到着の確認・フロー制御・データの重複や抜けの検出などを行うことでIPの補完の役割を果たし、信頼性の高い通信を実現する。

*6 UDP：インターネットで標準的に利用されるIPの上位プロトコル。TCPとは異なり、サーバと端末との間で通信が確立しているかを確認する機能あるいは送信先に届かなかったデータを再送信する機能などが省かれている。

*7 ソケット：アプリケーションに対しTCP/IP通信の詳細を隠蔽するインタフェースとなるIPアドレスとポート番号の組。

- ・自端末に割り当てられたグローバルアドレスおよびポートを取得する機能
- ・通信相手の移動端末に対し割り当てられたグローバルアドレスおよびポートを通知する機能

また、ゲートウェイサーバには次の機能が必要となる

- ・移動端末と通信相手の移動端末との間で両方向のデータ通信を中継する機能

(2)アプリケーションプロトコルに関する課題

アプリケーションプロトコルによっては、SIP (Session Initiation Protocol)^{*12}のように内部にIPアドレスを埋め込み、処理に利用するものもあるため、通信レイヤのアドレスの変換を行うネットワークでは、お互いの移動端末間でアプリケーションが正常に動作できるかどうか留意して利用しなければならない。そのため、アプリケーションプロトコルを限定したプロキシを設置することが一般的であり、ドコモのゲートウェイサーバでもHTTPに限定したプロキシ機能のみを実装していた。しかし、アプリケーションプロトコルの多様化に柔軟に対応するためには、トランスポートプロトコル^{*13} (TCPおよびUDP) レベルで通信を中継し、上位レイヤで用いるアプリケーションプロトコルを限定しないネットワーク機能が必要となる。

3.2 iアプリコール

iアプリの起動は、JAM (Java

Application Manager) と呼ばれるiアプリの管理モジュールが担っている。他の移動端末やサーバからPushでiアプリを起動させるには、JAMに対して起動信号を送る必要がある。このために、起動要求側の移動端末やサーバからiアプリ起動対象の移動端末を特定する方式と、起動される側の移動端末が処理できる起動信号の送信方式を決める必要がある。また、起動信号には、起動対象となるiアプリを指定する情報や、起動時にiアプリに受け渡すパラメータなどを設定する必要がある。

4. 実現方式

4.1 iアプリオンライン

(1)制御用プロトコルを用いた通信路確立処理

前述のアドレス通知に関する課題を解決するため、移動端末とゲートウェイサーバの間で制御用プロトコルを用いて、移動端末と通信相手の移動端末間の通信路確立を行う方式を考案した。

通信路は、移動端末からみて、自端末を収容するゲートウェイサーバを挟み分割して考えることができる (図1のプライベートアドレス利用部分とグローバルアドレス利用部分)。通信路を確立するための制御通信はプライベートアドレスを利用して行われ、必ず移動端末がクライアントとなり、ゲートウェイサーバに対し制御要求を行う。この制御要求の処理について、P-to-P型通信、C/S型通信のそれぞれを図2に示す。両通信に共通した処理を、UDP

を用いたP-to-P型通信を例に解説する。移動端末1は、ゲートウェイサーバ1に対し制御用プロトコルのグローバルアドレス割当要求を行い、自端末が利用するゲートウェイサーバアドレスのグローバルアドレスを割り当ててもらふ (①)。このとき、移動端末1は自端末のポート番号と、利用したいトランスポートプロトコルおよび利用したい通信トポロジを通知する。要求を受信したゲートウェイサーバ1は、グローバルアドレスとポートを割り当て (②)、移動端末1に割当完了通知を返す (③)。同時に、これらの情報をゲートウェイサーバ1で保持するポート変換テーブルに格納する。

次に、通信トポロジに依存した処理を示す。P-to-P型通信を行う場合、通信相手の移動端末2でも移動端末1と同様のグローバルアドレス割当要求処理を行い、グローバルアドレスおよびポートを払い出してもらふ。P-to-P型通信の通信路を確立するためには、移動端末間でお互いのグローバルアドレスおよびポートを交換する必要がある。この処理はインターネット上に置かれたCPのマッチングサーバ^{*14}などに、それぞれの移動端末がアクセスすることで行う (④)。なお、トランスポートプロトコルにTCPを用いる場合、TCPコネクション確立時のクライアントになるかサーバになるかも、このとき各移動端末に通知される。次に、クライアント側の移動端末1が、接続先設定要求 (⑥-a) を行うことで、接続先設定を行う。トランスポ

*8 IPv4：現状のインターネットで利用されているインターネットプロトコル。アドレス資源を32bitで管理している。

*9 グローバルアドレス：インターネットに接続する端末を特定するために割り当てられる。すべてのネットワークの中で一

意なIPアドレス。

*10 プライベートアドレス：ローカルネットワークの中で端末を特定するために割り当てられるIPアドレス。すべてのネットワークの中での一意性は保証されないため、そのままではインターネットを通じ

て通信を行うことはできない。

*11 ポート：TCP/IP通信において、同一端末中の通信を特定するためにIPアドレスの下に設けられた補助アドレス。

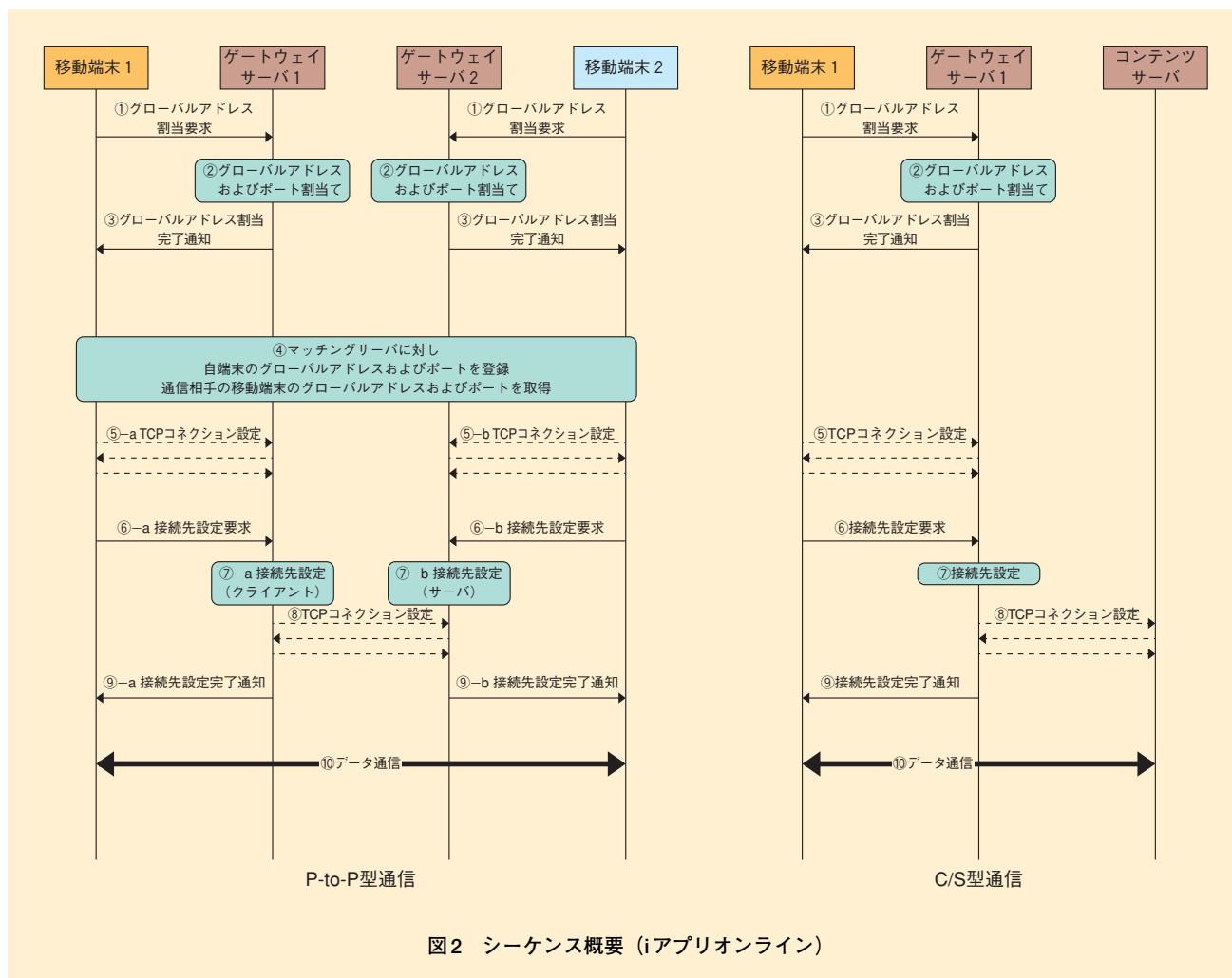


図2 シーケンス概要 (iアプリオンライン)

ートプロトコルにTCPを用いる場合、接続先設定要求を出す前にゲートウェイサーバとのTCPコネクションを確立する(⑤)。接続先設定要求を受けたゲートウェイサーバ1は、通信相手の移動端末2(実際には、ゲートウェイサーバ2)のグローバルアドレスとポートに対しコネクション確立を行う(⑦-a, ⑧)。一方で、移動端末2も同様に、接続先設定要求(⑥-b)をゲートウェイサーバ2に対して行う。移動端末2からゲートウェイサーバ2へ向けた接続

先設定(⑦-b)が完了していれば、ゲートウェイサーバ1と2とでコネクションを確立(⑧)し、お互いの配下の移動端末に接続設定完了通知を送信する(⑨)。これらの処理の後に、移動端末1からゲートウェイサーバ1および2を介して、移動端末2までの通信路が確立され、データ通信が可能となる(⑩)。

C/S型通信を行う場合、移動端末1からの接続先設定要求(⑥)にはコンテンツサーバのホスト名が設定されている。接続先設定要求を受け

たゲートウェイサーバ1は、ホスト名から解決したコンテンツサーバのグローバルアドレスとポートに対しコネクション確立を行い(⑦, ⑧)、移動端末1に接続先設定完了通知を送信する(⑨)。これらの処理の後に、移動端末1からゲートウェイサーバ1を介してコンテンツサーバまでの通信路が確立し、データ通信が可能となる(⑩)。

なお、移動端末上のiアプリからはJavaのソケット通信のAPIを呼び出すことで、これらの制御通信処

* 12 SIP: VoIPを用いたIP電話などで利用される、IETF (Internet Engineering Task Force) で策定された通話制御プロトコルの一つ。
* 13 転送プロトコル: 転送層で用いるプロトコル。インターネ

ットにおける主な転送プロトコルとしては、コネクション型のTCPと、コネクション・レス型のUDPがある。
* 14 マッチングサーバ: アクセスしてきたユーザと通信を行い、ユーザどうしをP-to-

P型通信に誘導する機能をもつサーバ。

理を行っており、iアプリ作成者は一般的なソケット通信のプログラムとしてiアプリを作成することが可能になる(図3)。

(2)ポート変換テーブルによるポートフォワーディングの仕組み
アプリケーションプロトコルを限定しないプロキシ機能を実現するた

め、ポート変換テーブルを用いたポートフォワーディング機能を開発した。

前述の処理を完了した時点で、ポート変換テーブルにはポートフォワーディングに必要な情報が記載される(図4)。

移動端末は、宛先アドレスをゲートウェイサーバのプライベートアドレス(10.192.50.255)およびUDP待受けポート(15104)として、データパケットを送信する。その際の送信元アドレスは呼確立時に割り当てられた移動端末のプライベートアドレス(10.192.50.1)と、アドレス割当要求時に払い出したポート(1300)となる。ゲートウェイサーバはこの自分あてのデータパケットを受信すると、ポート変換テーブルを検索して送信元アドレスとポートから該当コネクションID(28)のエントリを発見する。このデータを、

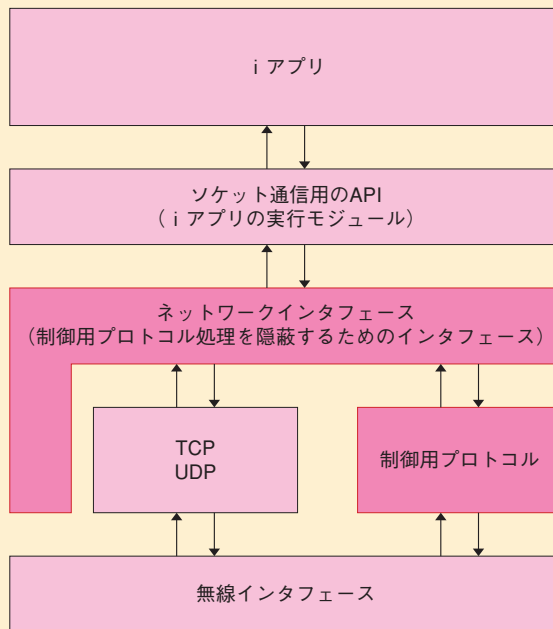


図3 移動端末内機能ブロック (iアプリオンライン)

■ポート変換テーブル■

※各値はすべて一例

移動端末	移動端末 (プライベート領域)		ゲートウェイサーバ (プライベート領域)		ゲートウェイサーバ (グローバル領域)		接続先 (グローバル領域)		トランスポート プロトコル	通信トポロジ	コネクションID
	アドレス	ポート	アドレス	ポート	アドレス	ポート	アドレス	ポート			
移動端末 1	10.192.50.1	1100	10.192.50.255	15103	xxx.175.175.2	2004	aaa.233.45.1	1096	TCP	C/S	25
	10.192.50.1	1200	10.192.50.255	15103	xxx.175.175.2	2005	bbb.233.45.1	1097	TCP	C/S	26
	10.192.50.1	1300	10.192.50.255	15104	xxx.175.175.2	2006	ccc.13.125.200	1567	UDP	P-to-P	28
移動端末 n	10.192.50.3	1280	10.192.50.255	15103	xxx.175.175.2	2584	ddd.23.45.1	1096	TCP	P-to-P	30
	10.192.50.3	18504	10.192.50.255	15103	xxx.175.175.2	2585	eee.1.185.20	6002	TCP	C/S	49

■データ中継時のアドレス変換処理■

変換前

Src: 10.192.50.1 Dst: 10.192.50.255	Src: 1300 Dst: 15104	アプリケーションデータ
--	-------------------------	-------------

変換後

Src: xxx.175.175.2 Dst: ccc.13.125.200	Src: 2006 Dst: 1567	アプリケーションデータ
---	------------------------	-------------

IPヘッダ	UDPヘッダ	ペイロード
-------	--------	-------

Src : Source
Dst : Destination

IPヘッダ	UDPヘッダ	ペイロード
-------	--------	-------

図4 ポート変換テーブルとデータ中継時の処理

ゲートウェイサーバを挟んで反対側の通信路を利用し、通信相手の移動端末に対して送信する際には、送信元をポート変換テーブルにある自分のグローバルアドレス（xxx. 175. 175. 2）とポート（2006）に書き換え、宛先を接続先のアドレス（ccc. 13. 125. 200）とポート（1567）に書き換えて送信する。グローバルアドレス利用部分からプライベートアドレス利用部分方向の通信の場合にも、同様にポート変換テーブルを引いて変換処理を行う。

ゲートウェイサーバはパケットのアドレスとポートを書き換えるポートフォワーディングのみを行い、TCPまたはUDPパケットのペイロード部分の加工は行わない。TCPまたはUDP上で動作する任意のアプリケーションデータは、そのまま通

信相手の移動端末に送られる（図5）。移動端末は、あらかじめ制御用プロトコルを用いて自端末に割り当てられたグローバルアドレスおよびポートを取得することができるため、アプリケーションデータ内にはこのアドレスを用いることができる。これにより、ネットワークレイヤとアプリケーションレイヤのアドレス不一致などの問題はなく、任意のアプリケーションプロトコルを利用することが可能となる。

4.2 iアプリコール

3.2に記載したiアプリコール実現のための課題を解決するために、iアプリの起動信号はSMS（Short Message Service）方式^{*15}で移動端末に送信することとした。

ドコモのネットワーク上にPush

サーバ^{*16}を置き、Push起動要求元（移動端末またはインターネット上のサーバ）とPushサーバとの通信にはHTTPを用いる。そして、Pushサーバでプロトコル変換を行い、着信先（移動端末）にはSMSでiアプリの起動要求を通知する。SMSのデータフォーマットの中に、JAMへの起動信号に必要な情報を格納し、一般のショートメッセージとは異なる制御情報として移動端末に送信する（図6）。

ドコモネットワークに在圏する移動端末からのPush起動要求と、インターネット上のサーバからのPush起動要求の実現方法を図7に示す。

移動端末からのPush起動要求の場合、移動端末の電話番号を知っている相手を対象型・協力型のゲーム

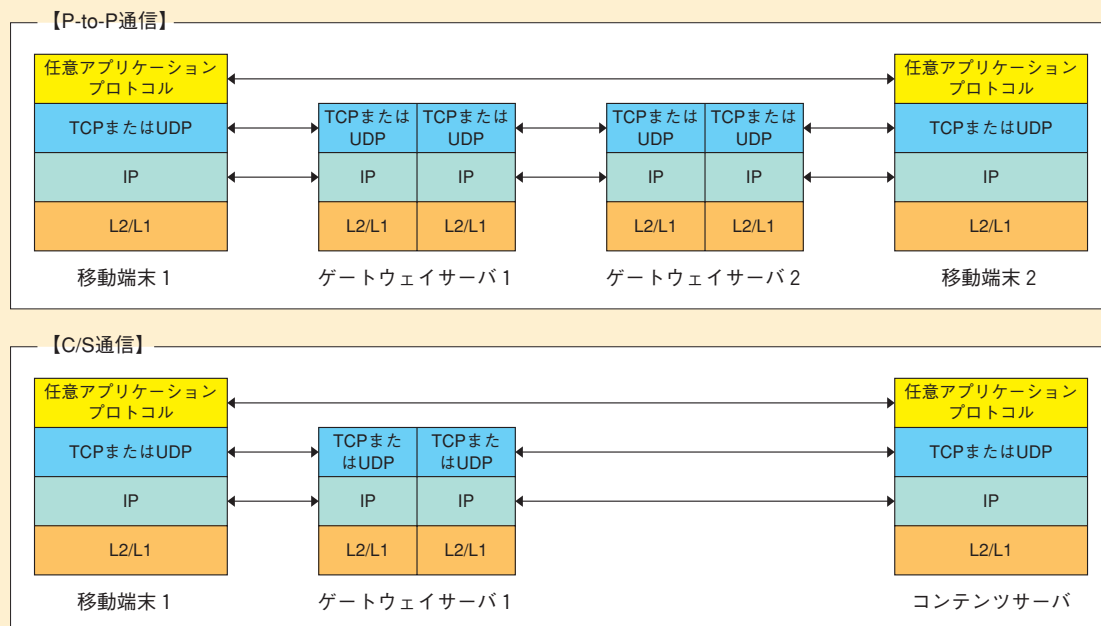


図5 プロトコルスタック (iアプリオンライン)

*15 SMS方式：SMS（移動端末でごく短い文字メッセージを送信したり受信したりするサービス）のメッセージ格納部分に独自のフォーマットを埋め込み、移動端末内部機能に対して通知を行う方式。

*16 Pushサーバ：Push要求元から着信先情報やiアプリへ引き渡すパラメータなどの必要情報を受信し、SMSのメッセージ部分に格納するフォーマットに整形して着信先に送信する機能をもつサーバ。

コンテンツなどに呼び出すようなケースが考えられるため、相手の移動端末を電話番号で特定する。移動端末間のiアプリコールはドコモネットワーク内に閉じた信号処理で実現する。移動端末1は、HTTPを用いてPushサーバに対して情報を通知する。Pushサーバは、HTTPリクエストに記述されているパラメータ値を抽出し、Push起動要求用のフォーマットに整形する。このパッケージ化されたデータを既存のノード間プロトコルのパラメータとして埋め込んで送信し、交換機にてSMS

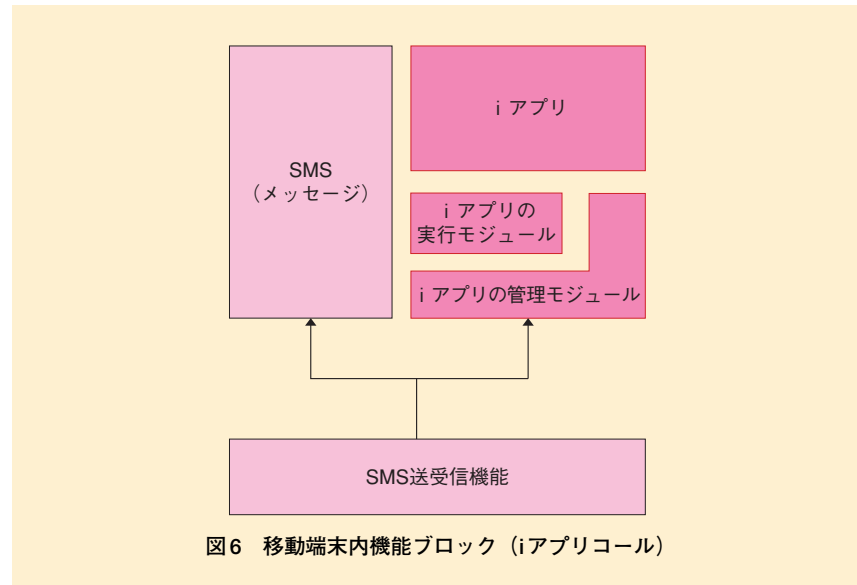


図6 移動端末内機能ブロック (iアプリコール)

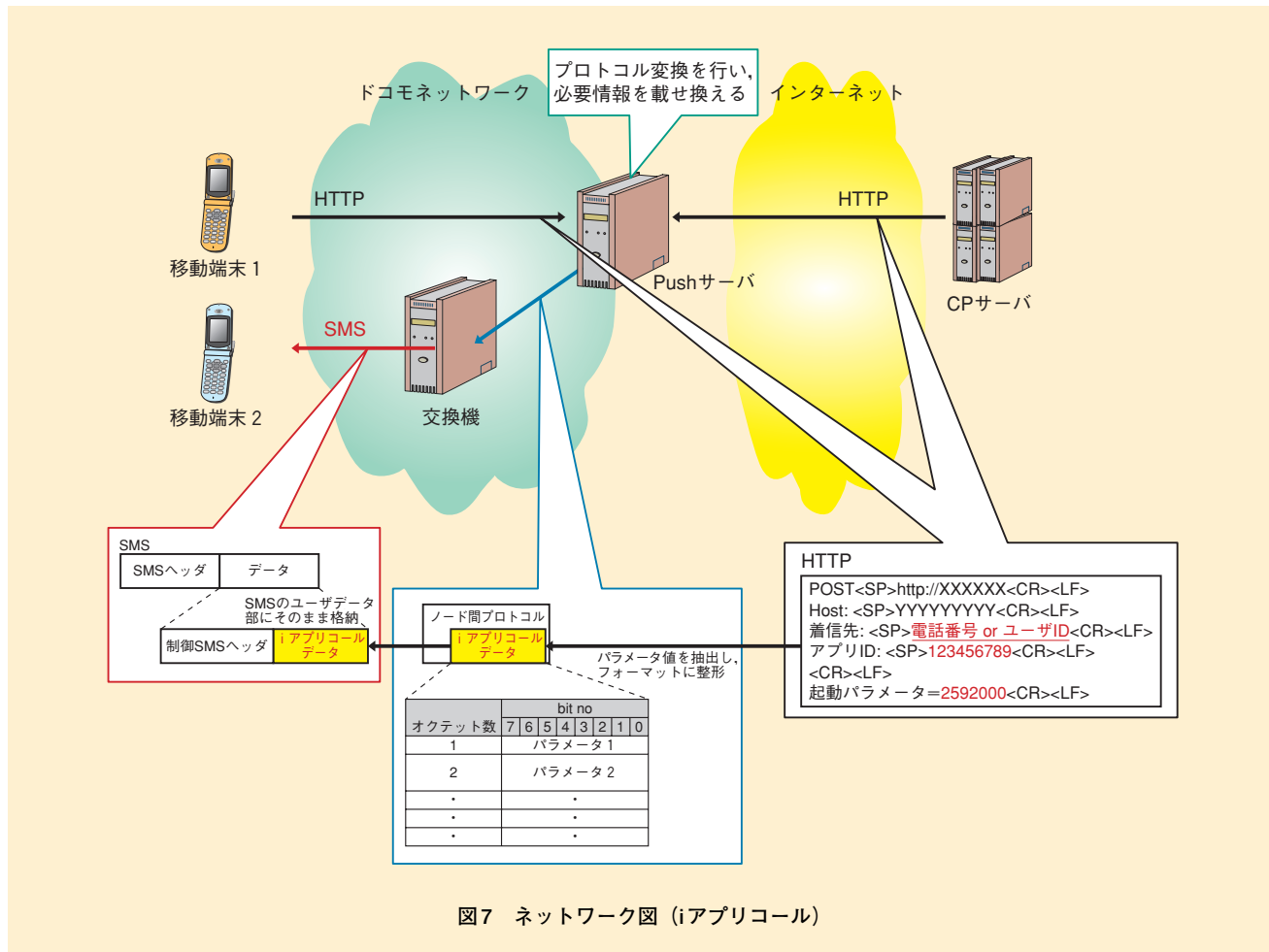


図7 ネットワーク図 (iアプリコール)

のユーザデータ部に格納して移動端末2に送信する。

インターネット上に置かれたCPサーバからPush起動要求を行う場合、相手の移動端末をユーザIDで特定する。ユーザIDとは、iモードでユーザを特定するためのIDであり、ドコモネットワーク内でユーザを特定するために用いている電話番号との対応付けは、Pushサーバが行う。CPサーバはHTTP上でユーザIDを指定してPushサーバに対して情報を通知する。PushサーバはユーザIDと電話番号の変換を行い、移動端末の特定を行った後、移動端末からの場合と同様に、ノード間プロトコルを用いて交換機に通知を行

い、交換機にてSMSに変換して移動端末2に送信する。なお、この仕組みを用いることで、移動端末1は、CPサーバを介して移動端末2のユーザIDを指定したPush起動要求が可能となる。

5. あとがき

移動端末でリアルタイム性の高いアプリケーションサービスを提供することを目的として、iアプリオンラインおよびiアプリコールの開発を行った。これにより、iアプリで対戦型・協力型のゲームコンテンツを提供することが可能になった。また、これらの機能を組み合わせることにより、コンシューマ向けに限

らず、法人向けのビジネスアプリケーションについてもiアプリ上で提供することが可能である。

本稿で述べたネットワーク機能はiアプリに限定されるものではない。今後はiアプリ以外の移動端末アプリケーションからの利用の検討や、リアルタイム性のより高い通信を提供するために、ネットワーク機能の拡張を行っていく。

文 献

- [1] 神宮寺，ほか：“ゲートウェイ技術－WPCG, TCPGW, ExGW－,” 本誌, Vol.9, No.3, pp.49-60, Oct. 2001.