

FOMA 901iシリーズの開発

2004年12月より発売を開始したFOMA 901iシリーズは、多彩な表現力を実現するためメロディの3Dサウンド化およびiアプリの3Dグラフィックスを全機種対応とした。また、i-modeブラウザにおけるアニメーション機能を拡張するためFlash^{®*1}プレイヤーの高機能化を実現した。

ますだ きょうこ 増田 恭子	にしだ まさかず 西田 真和
ひらいし じゅんこ 平石 絢子	おりい たかゆき 下居 孝之

1. まえがき

2001年からサービスを開始したFOMA (Freedom Of Mobile multimedia Access) は、2004年春に発売した900iシリーズにより、それまでのイノベータ層を中心とした移動端末から、より広い世代に受け入れられる移動端末として浸透してきた。2005年2月現在、FOMA契約数は1000万人を超えている。

901iシリーズ (SH901iC, F901iC, N901iC, P901i, D901i) は、高性能・高性能な移動端末を追求するユーザをターゲットに、基本機能の充実を図り、さらに充実したモバイルマルチメディアサービスの提供を実現するべく開発された端末である。901iの全機種は、スピーカを2個標準搭載しメロディの3Dサウンドの再生を実現している。この3Dサウンドを3Dグラフィックスに対応したiアプリと組み合わせることにより、例えば、ゴルフボールが飛んでいく動きに合わせて、聞こえ方を変化させて表現することが可能となり、今まで以上に臨場感のある魅力的なコンテンツの作成を可能とした。

また、SH901iC/F901iC/N901iCはFeliCa機能^{*2}を搭載するとともに、FeliCaの遠隔ロック機能を備えた。これは第三者の不正操作を防ぎ、より安全なFeliCaサービスの提供を目的として搭載した機能である。

本稿では、901iシリーズの各FOMA端末の開発ポイントを概説し、全機種に標準搭載した機能のうち、iアプリの描画向上を実現した「3Dグラフィックス機能」、臨場感あふれるメロディ再生を可能とした「3Dサウンド機能」、およ

*1 MacromediaおよびFlashはMacromedia, Inc.の米国およびその他の国における商標または登録商標。

*2 FeliCaチップと呼ばれる非接触ICカードを搭載することにより、携帯端末でショッピングや会員認証を可能とした技術。通称「お財布ケータイ。」

びi-modeサイトの表現力向上を可能とし高機能化された「Flash® プレイヤー」について述べる。

2. 901iシリーズの特徴

901iシリーズの外観を写真1、基本仕様を表1に示す。

本章では、各機種の特筆すべき開発ポイントについて概説する。

2.1 SH901iC

SH901iCは、901iシリーズの中で唯一、回転2軸構造を採用している。回転2軸型の機構を活かし、従来にないスタイルを提供したFOMA端末である。液晶画面は、シャープ(株)が開発し液晶テレビ「AQUOS」で使用しているASV(Advanced Super View)方式を、モバイル用途にチューンした「モバイルASV液晶」である。このASV方式は、斜め



写真1 FOMA 901iシリーズ外観

から見ても階調が反転しない広視野角を実現している。また、回転2軸構造とモバイルASV液晶とを活かす機能として、「TVレコーディング機能」を具備している。映像方式は、NTSC (National Television Standards Committee)*3に対応しており、AV機器とFOMA端末をAV入出力ケーブルで接続することでTV番組などを録画できる。また、稼動部の液晶下に配置された4つのコマンドキーにより基本的な操作が可能であり、液晶画面を表にして端末を閉じた状態での操作性にも配慮している。

2.2 F901iC

F901iCは、指紋認証をはじめとするセキュリティ関連機能を強化した、従来の移動端末に搭載されていたプライバシーモードの対象範囲を拡大し、電話帳・着信履歴およびスケジュールを個々に設定することが可能となった。miniSD*4に保存されるデータの対象範囲も、動画・静止画およびメロディのエクスポート/インポートにまで拡大した。その他、PCなどで一般的に採用されているアウトラインフォントを搭載し、非常に滑らかな文字表示が可能となった。

2.3 N901iC

N901iCは、豊かに感情を伝えるツールとして“Heartful Communication”をコンセプトにTV電話機能の強化を図った。TV電話中にSMS (Short Message Service) による文字

*3 地上派アナログカラーテレビ放送の方式を策定するアメリカの標準化委員会が1953年に策定した方式の名称、日本で採用している方式。

*4 miniSDはSD Associationの登録商標。

表1 FOMA 901iシリーズ基本仕様

機種		SH901iC	F901iC	N901iC	P901i	D901i
連続通話時間	音声	約130分	約160分	約140分	約140分	約150分
	TV電話	約80分	約80分	約90分	約80分	約100分
連続待受時間	静止時	約370時間	約570時間	約435時間	約500時間	約300時間
	移動時	約320時間	約410時間	約350時間	約350時間	約300時間
寸法(高さ×幅×厚さ)		109×49×25mm	105×51×28mm	102×48×26mm	102×49×22mm	106×50×25mm
質量		148g	129g	119g	104g	136g
メインディスプレイ		約2.2インチ (240×320ドット)	約2.4インチ (240×320ドット)	約2.3インチ (240×345ドット)	約2.2インチ (240×320ドット)	約2.4インチ (240×320ドット)
		モバイルASV液晶 26万色	TFT液晶 26万色	TFT液晶 6.5万色	TFT液晶 6.5万色	TFT液晶 26万色
サブディスプレイ		—	約1.0inch (96×96ドット)	約0.96inch (30×120ドット)	1.0inch (96×64ドット)	—
		—	カラー有機EL 6.5万色	STN液晶 4,096色	STN液晶 4,096色	—
外側カメラ(有効画素数)		202万画素	204万画素	100万画素	202万画素	200万画素
内側カメラ(有効画素数)		11万画素	32万画素	11万画素	10万画素	32万画素
FeliCa対応		○	○	○	—	—

EL : Electro-Luminescence

STN : Super Twisted Nematic liquid crystal

TFT : Thin Film Transistor liquid crystal

送出を可能とする、プチメッセージ機能を搭載した。受信側の移動端末は、自動的にメッセージをTV電話画面に表示する。さらに、人の顔を自動追跡するフェーストラッキング技術を利用した、デコレーションTV電話機能を搭載した。これは相手の目・鼻位置を認識し、髭のスタンプ画像を装飾表示することなどができる機能である。

2.4 P901i

P901iはFeliCa非対応だが、901iシリーズの中で最小・最軽量を実現したFOMA端末である（表1）。P900iに引き続きカスタムジャケットを採用し、豊富なデザインバリエーションを提供している。搭載機能としては、デコレーションメール用のスタンプに任意の文字を入れることができる「動く文字スタンプ」作成機能を搭載し、デコレーションメールのさらなる利用促進に貢献している。

2.5 D901i

D901iは、FOMAでは初めてスライドボディを採用した（写真1）。バネを使用したスライド構造となっており、ある一定の位置までスライドするだけで開閉する。また、スライドが閉じている状態で着信があった場合、スライドを開くことによって通話状態へ遷移するなど、さまざまな機能がスライド開閉動作と連動して起動する。

3. 3Dグラフィックス機能

3Dグラフィックスとは、平面上で立体的に描画する方法である。TVゲームの世界には、3Dグラフィックス機能を用いてリアルな映像表現ができるゲームコンテンツが増えてきた。このようなコンテンツをFOMAシリーズでも楽しめるように、901iは3Dグラフィックス機能を標準搭載した。採用した描画エンジンは、(株)エイチアイのMascot Capsule Engine Micro3D Ver.4^{*5}（以下、Micro3D V4）である。このエンジンをiアプリから利用することによって、従来のどの移動端末よりも表現力の豊かな3Dグラフィックスコンテンツが提供できるようになった。図1に3Dグラフィックコンテンツの例を示す。

3.1 3Dグラフィックスを支える要素技術

(1) Zバッファ

Zバッファとは3D描画の際に奥行きを比較して自動的に手前にあるものを描画する方法の1つである。従来の移動端末では、コンテンツ作成者が奥行きも考慮し

てコンテンツを作成しなくてはならず、負担がかかっていた。

(2) フォグ効果

フォグ効果とは、霧のような霞がかかったぼかし効果である。濃淡・色を自由に設定可能で、霧などのシーンに利用される。図2(a)にフォグ処理の効果を示す。

(3) テクスチャの歪み補正

テクスチャとは、モデルデータの質感・現実感を増加するために貼り付ける画像である。テクスチャを貼り付ける際に、発生する画像の歪みをなくすためコンテンツ側でテクスチャを細かく分割して貼り付ける必要があったが、901iシリーズは貼り付け時の歪みを自動で縮小し、歪みをなくす機能を具備している。

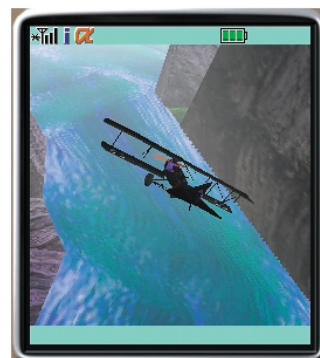


図1 3Dグラフィックスコンテンツイメージ



フォグ無



フォグ有

(a) フォグの効果



光源1



光源5

(b) 複数光源の効果

図2 Micro3D V4新機能描画例

^{*5} Mascot Capsule Engine Micro3D Ver.4は、株式会社エイチアイが開発した3Dミドルウェアエンジンであり、登録商標。

(4) 複数の光源による多彩な描画

3D空間上に、複数の光源を同時に設定することを可能とした。これにより、1つの物体に対して複数の方向からスポットライトをあてたシーンの描画が容易になった。図2(b)に、光源が1つの場合と5つの場合の違いを示す。光源が1つの場合には、夜を表現するにしても月明かりだけの表現しかできない。しかし、光源が5つに増えることで、懐中電灯など別の光源を組み合わせた表現が可能となる。

(5) アルファブレンディングによるリアル描画

アルファブレンディングとは、半透明処理のことである。従来の移動端末では、50%の半透明処理が限界であったが、901iシリーズから半透明値0~100%の間で設定できるようになった。これにより、例えば、ガラス越しのシーンの描画がリアルになる。

3.2 iアプリからのMicro3D V4の利用

Micro3D V4は3.1節で述べた3Dグラフィックスとしての基本機能を提供している。iアプリからこれら機能を利用するために、iアプリのAPI (Application Program Interface)を開発し実装した。これらAPIにより、以下が実現可能となった。

- ・3Dグラフィックスと3Dサウンドに共通した行列変換や3次元のベクトルオブジェクトを作成できるようにした。これによりiアプリから3Dグラフィックスオブジェクトと3Dサウンドオブジェクトの連携を可能とし、3Dグラフィックスと3Dサウンドを組み合わせたコンテンツ作成が実現した。
- ・シーングラフ (ジオメトリ・オブジェクト、光源、カメラなどを含むシーン) の考え方を取り入れ、3Dオブジェクトのグルーピングを実現した。例えば頭、胴、手、足からなる人体のモデルのように複数のオブジェクトから1つのオブジェクトを表現するような場合、その回転変換や視点変換時にまとめて同時に処理することが可能となった。
- ・3Dグラフィックスでは、オブジェクトの回転と移動を三角関数を含む行列演算で行うために浮動小数点演算^{*6}が必要である。しかし、浮動小数点演算は演算量が多いため、処理量の増加に起因する電池の消費や、演算処理にあったCPU (Central Processing Unit) の搭載可否を考慮せねばならない移動端末では十分な処理性能を得ることができない。この問題を解決するために、浮動小数点を3Dエンジン内で固定小数点^{*7}に変換し、高速に演算を行うライブラリを開発し、実装した。

4. 3D サウンド機能

3Dサウンドは、2つのスピーカから両耳への音の伝わり方を制御することにより、音像の上下左右の方向感や奥行き感など、音響空間の立体的な印象や臨場感を表現する技術である。一般に、音源波形に頭部伝達関数 (HRTF: Head Related Transfer Function) を畳み込み演算処理し、正面の2つのスピーカから左右の耳に伝わる音源波形の位相や振幅を変化させることで、3Dサウンド機能は実現される (図3)。

4.1 901iシリーズの3Dサウンド機能

901iシリーズでは、全機種にステレオツインスピーカおよびHRTFの畳み込み演算処理を行う3Dサウンドエンジンを標準搭載している。電子機器の規格であるMIDI (Musical Instrument Data Interface) エンジンから出力された音源波形は、3Dエンジンにおいて演算処理され、DAC (Digital Analog Converter) でデジタルからアナログ波形に変換された後、ステレオツインスピーカから再生される (図4)。

本機能を着信メロディプレイヤーやiアプリによるメロディ再生に利用することで、メロディの表現力をこれまでの音質向上から空間表現へと進化させ、音に囲まれた世界を演出できる。以下に、着信メロディおよびiアプリにおける3Dサウンド機能を解説する。

(1) 着信メロディ

着信メロディにおける3Dサウンド再生の実現にあたり、メロディファイル内に3D定位情報を保持できるように、従来のi-mode対応メロディフォーマット (MFi: Melody Format for i-mode) 仕様を拡張した。FOMA端末での再生において、3Dサウンドエンジンが3D定位情報に基づいてメロディファイル内の音源波形制御を行うことにより、被聴者に対して立体的な聴覚効果を与えることができる。

MFi仕様に追加した主な情報要素は、“3D定位情報”、“3D定位機能利用情報”である。

3Dサウンドでは、空間のある1点から音が聞こえる効果を表現するために、スピーカなどの事実上の音源に対して、仮想的な音源が存在するという意味で、仮想音源という概念を持つ。その仮想音源の位置と移動を操作することにより、音像の立体的な表現が可能となる。MFi仕様においては、仮想音源の位置および移動を3D定位

*6 数値を、各桁の値の並びである「仮数部」と、小数点の位置を表わす「指数部」で表現する方法。表現できる数値の範囲が広いが、計算速度は遅い。

*7 小数点が特定の位置に固定されている数値の表現手法。表現できる数値の範囲は浮動小数点数より狭いが、計算速度は速い。

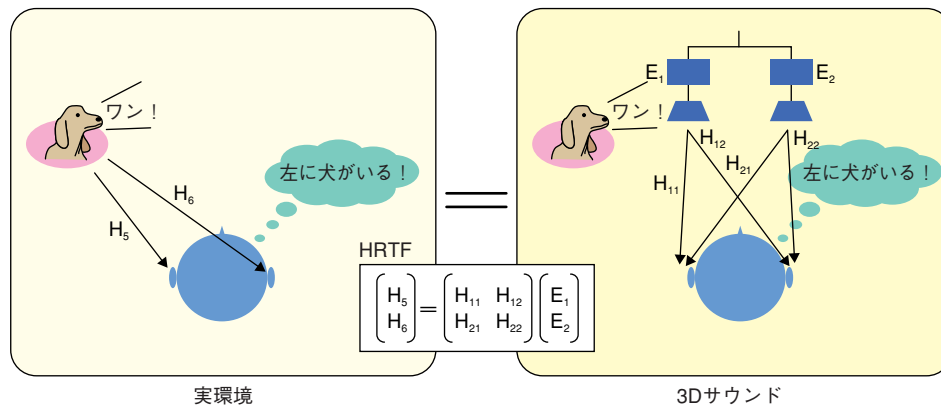


図3 3Dサウンド機能概要

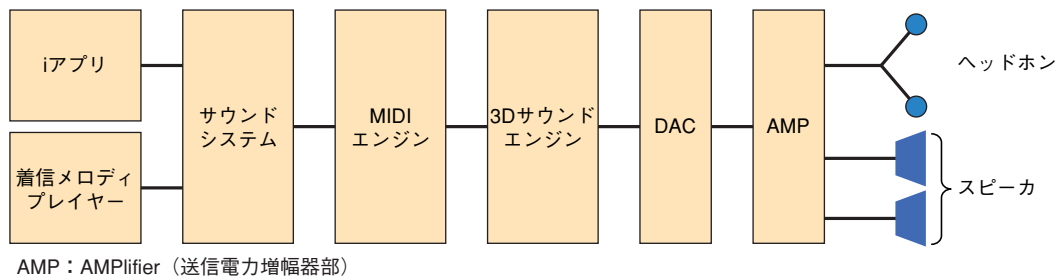


図4 3Dサウンド構成図

情報で設定する。3D定位情報は、パラメータとして仮想音源ID、距離、方位角、仰角、移動時間を有する。すなわち、メロディファイル内において、3D定位情報を連続的に設定することで、任意の仮想音源の移動が自由に制御可能となる。

3D定位機能利用情報とは、本情報において、上述した仮想音源とチャンネルの対応付けを行うものである。MFI仕様においては、1つのメロディファイル内に論理的なチャンネルが複数存在する。例えばピアノの旋律と、パーカッションを鳴動させたい場合、ピアノとパーカッションで別々のチャンネルを使用することができる。チャンネルごとに3D定位機能利用情報を設定することで、ピアノとパーカッションに別々の仮想音源が割り当てられ、ピアノとパーカッションの音像移動が独立的に表現可能となる。

(2) iアプリ

iアプリを実現するDoJa（DoCoMo Java）の仕様に、3Dサウンドを実現するAPIを新たに定義した。この新たなAPIは、コンテンツプログラマがiアプリ作成時に仮想音源の位置を自由に制御することを可能とした。

iアプリによる制御では、仮想音源と3D空間内で音を聴くリスナーとの位置関係を、3D定位として、極座標系またはデカルト座標系で指定する（図5）。極座標系で

は、リスナーは常に座標原点に固定し、リスナーから見た仮想音源の位置を γ ：距離、 θ ：方位角、 ϕ ：仰角の3要素で指定する。これにより、リスナーを中心とするローカル座標系での定位指定が可能となる。デカルト座標系では、仮想音源とリスナーの位置をそれぞれ x , y , z で指定する。これにより、仮想音源とリスナーを客観的にみた定位指定が可能となる。リスナーから見て、仮想音源が静止している場合は、極座標系／デカルト座標系のどちらか一方で3D定位を指定する。リスナーからみて仮想音源が移動している場合は、リスナーと仮想音源の位置関係に加え、現在の定位から何秒後にどのような定位となるか、という時間情報をあわせて極座標系／デカルト座標のどちらかで3D定位を指定する。

90iシリーズのiアプリでは最大4曲までのメロディを同時再生できる。各メロディに対して3D定位を指定することで、複数の音像の移動を並列に独立して表現可能である。

今後、ドップラー効果のような実世界での音響特性を追加し、表現力の向上を目指していく。

5. Flash® プレイヤーの高機能化

mov505iシリーズ、FOMA900iシリーズ以降の移動端末に搭載されているFlash®プレイヤーは、i-modeサービスに

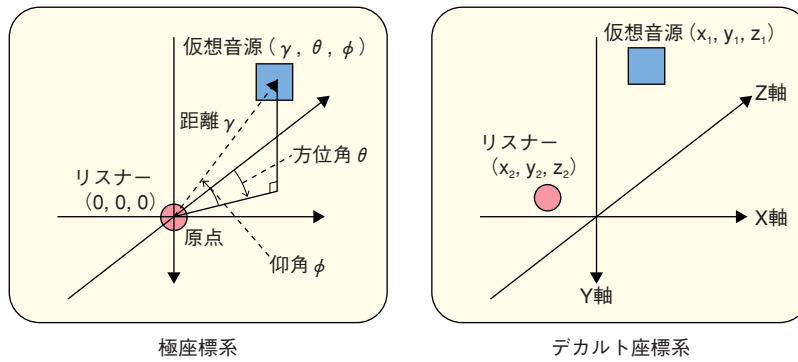


図5 3Dサウンド座標系

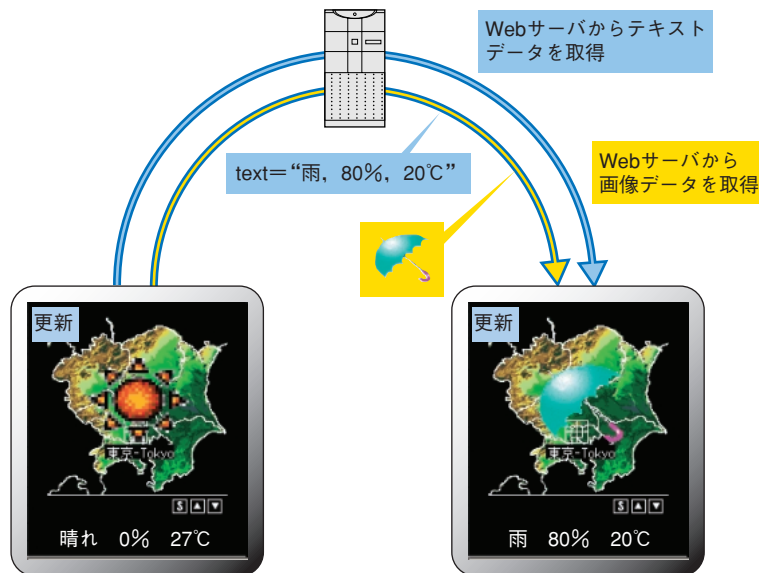


図6 loadMovie, loadVariables の例

においてFlash[®]ファイルを利用したコンテンツを可能にした。初期の開発では早期実現を優先するため、搭載した機能は最小限のものであったが、今回の901iシリーズにおいて、プレイヤーのバージョンアップを実施し、機能を拡張することとした。これに伴い、Macromedia社製Flash LiteTM1.0に代わりFlash LiteTM1.1^{*8}を採用している。

以下、Flash Lite1.1における主な拡張機能について説明する。

5.1 差分ファイルの更新

Webコンテンツとして表示するFlash[®]ファイルの一部分のみを更新する機能を搭載した。画像データを更新する“loadMovie”とテキストデータを更新する“loadVariables”である。これにより、実サービスにおいては、例えばニュースサイトに表示される記事のうち、変更のある部分のみを更新するといったことが可能になった(図6)。

ただし、無限にデータを更新すると使用可能な記憶容量

を占有し、Flash[®]プレイヤーの動作継続が不能となる。そのような異常なコンテンツに対しては、データ取得の上限を制御することにより、安定動作を確保する対策とした。

5.2 FOMA 端末情報の取得

Flash[®]プレイヤーを利用してFOMA端末情報を取得する機能を搭載した。取得する情報は、時刻、電波状態(最大値、現在値)、電源・電池状態(電池の最大値、現在値)、ボリューム状態(設定最大値、現在値)、使用言語情報、FOMA端末種別・機種情報である。これらの取得した情報をFlash[®]ファイルに反映することにより、状況に応じたコンテンツの表示が実現した。

例えば、時刻情報を利用し、時刻に応じて待受画面に表示する画像を変化させるコンテンツが可能となった(図7)。

FOMA端末情報は個人情報にあたるため、FOMA端末外へ送出する際にはユーザ本人の意思に沿う必要がある。これを担保するため、通信機能を有するブラウザや画面メモリにおいてはFOMA端末情報の取得を

制限する付加機能を搭載した。

5.3 その他の機能拡張

コンテンツの拡充を行う上で重要な機能を追加し、インターネット上のFlash[®]コンテンツへのキャッチアップを図った。

第1に、ユーザによるテキストの入力と、サーバへの送信機能を追加した。これにより、ユーザの情報を活用したコンテンツ、例えば占いサービスなどが可能となった。

第2に、サウンド再生時にユーザ確認操作を要する制限を解除し、アニメーションの再生に同期したサウンド再生機能を追加した。これにより、i-modeサイトの装飾として音楽を再生することが可能である。

第3に、Flash[®]ファイルを再生可能なアプリケーション

^{*8} MacromediaおよびFlash LiteはMacromedia, Inc.の米国およびその他の国における商標または登録商標。

《時刻によって変わる待受け画面》



《待受時計》



移動端末
設定時刻

13:00

16:00

19:00

図7 FOMA端末情報利用の例

を拡張した、FOMA端末の発着信を通知する画面や、メールの送受信を通知する画面においてもFlash[®]ファイルを再生することが可能となった。

6. あとがき

FOMA901iシリーズに標準搭載した主な機能として、3D

サウンド対応、iアプリ3Dグラフィックス機能およびFlash[®]プレイヤー高機能の実現について概説した。これら機能の搭載により、従来の移動端末では実現できなかった多彩な表現が可能となった。

今後もさらなるFOMAサービスの拡大を目指し、魅力的なサービスや機能を実現できる移動端末の開発を推進していく。

用語一覧

AMP	: AMPlifier (送信電力増幅器部)
API	: Application Program Interface
ASV	: Advanced Super View
CPU	: Central Processing Unit
DAC	: Digital Analog Converter
DoJa	: DoCoMo Java
EL	: Electro-Luminescence
FOMA	: Freedom Of Mobile multimedia Access
HRTF	: Head Related Transfer Function (頭部伝達関数)
MFi	: Melody Format for i-mode (i-mode対応メロディフォーマット)
MIDI	: Musical Instrument Data Interface
NTSC	: National Television Standards Committee
SMS	: Short Message Service
STN	: Super Twisted Nematic liquid crystal
TFT	: Thin Film Transistor liquid crystal