

フォント情報交換国際規格に関する最新動向とその課題

鈴木 俊哉[†] 小町 祐史[‡]

[†] 広島大学総合科学研究科 〒739-8511 広島県東広島市鏡山 1-4-2

[‡] 大阪工業大学情報科学部 〒573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1

E-mail: [†] mpsuzuki@hiroshima-u.ac.jp, [‡] komachi@y-adagio.com

あらまし 現在, 広く用いられているフォントファイル様式として重要なものに TrueType フォント様式がある. 昨年, ISO/IEC JTC1/SC29 はこれを国際化・多言語対応したものとして Open Font Format(OFF)を MPEG-4 の一部(ISO/IEC 14496-22)として標準化した. 既存のフォント情報交換規格は, ファイル様式や文字符号に依存しないように定められているが, ISO/IEC 14496-22 はこれらに強く依存したものとなっている. 本稿では, 既存のフォント情報交換の規格である ISO/IEC 9541 と ISO/IEC 14496-22 を比較し, OFF 資源の情報交換に関する課題を整理する. また, ISO/IEC JTC1/SC34 で進められている 2 つの規格の整合作業について報告する.

キーワード フォント・フォント情報交換・国際化・Unicode・文字符号化

Latest Movements in ISO for Standardization of Font Information Interchange

Toshiya SUZUKI[†] Yushi KOMACHI[‡]

[†] Information Media Centre, Hiroshima University, Kagamiyama 1-4-2, Higashi-hiroshima-shi, Hiroshima-ken, 739-8511 Japan

[‡] Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology, 1-79-1 Kitayama, Hirakata City, Osaka, 573-0196 Japan

E-mail: [†] mpsuzuki@hiroshima-u.ac.jp, [‡] komachi@y-adagio.com

Abstract TrueType font file is one of the most popular scalable font resource used in computer related environment. In 2007, ISO/IEC JTC1/SC29 had adopted the Microsoft enhanced version “OpenType” as the standard font resource to be embedded in MPEG-4 system stream, and OpenType specification version 1.4 was standardized as a part of MPEG-4 standard, ISO/IEC 14496-22 Open Font Format (OFF). ISO/IEC 9541, the existing standard to interchange the information of font resource had been designed to be independent with specific file format and character encoding schemes. On the other hand, OFF is bound to Unicode encoding system and a few file formats that are specified out of ISO/IEC 14496-22. In this report, we compare the positions of ISO/IEC 9541 and 14496-22, and summarize the issues that is caused by the technical gaps between two standards. Finally, we report the working of ISO/IEC JTC1/SC34 to update ISO/IEC 9541 for capability to deal OFF.

Keyword Font, Font information interchange, Internationalization, Unicode, Character encoding

1. 背景

1.1. フォント情報交換規格 ISO/IEC 9541

フォント情報交換規格 ISO/IEC 9541 は, 国際標準化機構の中で記述言語の SGML, DSSSL, SPDL などを開発していた ISO/IEC JTC1/SC18 の作業グループ(WG)8 によって開発され, 1991 年から 1994 年にかけて次の 3 部構成の規格として発行された.

- ISO/IEC 9541-1, Font information interchange

- Part 1: Architecture
- Part 2: In terchange Format
- Part 3: Glyph shape representation

この規格の概要, 記述言語との関係については, 既に文献[1][2]などに解説されている. 国内では, ISO/IEC 9541 の各 Part にそれぞれ一致する日本工業規格

- JIS X 4161, フォント情報交換—第 1 部: 体系

- JIS X 4162, フォント情報交換—第 2 部: 交換様式
 - JIS X 4163, フォント情報交換—第 3 部: グリフ形状表現
- が制定されている.

その後, JTC1/SC18 WG8 の活動が JTC1/SC34 に引き継がれ, SC34 の WG2 によって ISO/IEC 9541 の各 Part に対する Amendment が作られて, 関連技術の変化と関連分野からの要求に応じた ISO/IEC 9541 の規定内容の更新が続けられてきた. 発行済みの Amendment を次に示す.

- ISO/IEC 9541-1/Amd.1:2001, Typeface design grouping
- ISO/IEC 9541-1/Amd.2:1998, Minor enhancements to the architecture to address font technology advances
- ISO/IEC 9541-1/Amd.3:2000, Multilingual extensions

to font resource architecture

- ISO/IEC 9541-2/Amd.1:2000, Support for font technology advances
- ISO/IEC 9541-3/Amd.1:2005, Additional shape representation technology
SC18/WG8 および SC34/WG2 のフォントエキスパートによって開発されたフォント関連規定として、次の規格/TR がある。
- ISO/IEC TR 15413, Font Services - Abstract Service Definition
- ISO/IEC 10036, Font Information Interchange - Procedure for Registration of Font-Related Identifiers
これらについても国内では翻訳が行われて、次の TR および JIS が公表・制定された。
- TR X 0042:2001, フォントサービス - 抽象サービス規定

- JIS X 4165:2002, フォント関連識別子の登録手続き
2005 年になって、JTC1/SC29 が ISO/IEC 14496 のプロジェクトの subdivision によってその Part 22 のプロジェクトを作り、Open Font Format(OFF)の規格原案を提出してきた。そこで SC34 は、JTC1 Secretariat の提案に従って、ISO/IEC 9541 との不整合を避けるため、ISO/IEC 9541-4 のプロジェクトを作って、ISO/IEC 14496-22 との dual-numbered publication の開発を計画した。しかしその作業の途中で ISO/IEC 14496-22 が発行されたため、SC34 は方針を変えて両規格の整合策に着手することとした。その方針の技術的な内容は2章で示す。

1.2. 公開フォント様式規格 ISO/IEC 14496-22

ISO/IEC 14496-22[3]は MPEG-4 規格 ISO/IEC 14496 の一部として、MPEG-4 コンテンツに埋め込み可能で、かつ多言語処理が可能なフォント資源のファイル構造を定義したものである。

1.2.1. ISO/IEC 14496-22 の目指す国際化

動画像コンテンツにフォントを埋め込むこと自体は、以前から規格化・標準化が行なわれており、たとえばテレビジョン放送系において DAVIC 規格[4]やその後継である ISO/IEC 16500-6:1999 では Bitstream 社の Portable Font Resource(PFR)フォントが採用されている。日本の ARIB 規格は 4 階調グレースケールのビットマップ表示を要求するが、埋め込みフォントの様式は PFR である。これらの既存のフォント資源は、図 1 に示すように、ある文字符号がどのような図形(グリフ)で表示されるかを 1 個の文字符号によって(前後の文字符号列とは無関係に)決定するという前提に立っている。

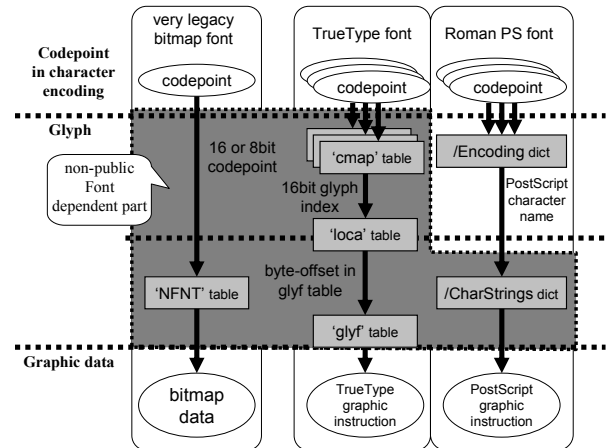


図 1 Unicode 以前のフォント資源における文字符号とグリフの関係

この前提は、ラテンアルファベットや漢文字符号などのように 1 個の文字符号を 1 個のグリフにわりあてる符号化方式では成立するが、Unicode 規格[5]におけるアラビア文字やインド系文字の符号化方式は、図 2 のように前後の文字符号の並びや様々な制御文字符号反映しなければならない方式である。従って Unicode 一般を考えると、1 つの文字符号をとりだしても表示用のグリフを決定できない。

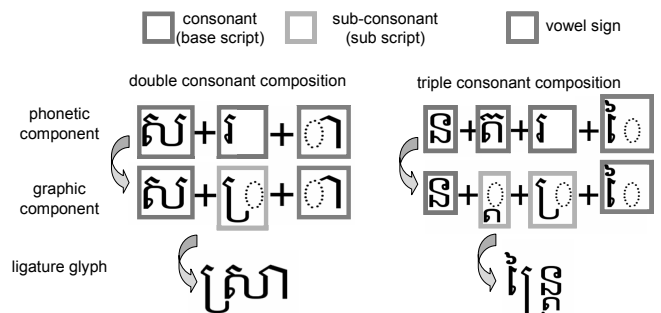


図 2 Unicode 符号化文字列の表示の際のグリフ変形の例(クメール文字の場合)

Unicode 規格により符号化された文字列の表示処理には次のようなものが必要となる。

- ある文字符号を表示しようとする時、その前後の符号化文字列を取得する機能(substring buffer)
- その前後の符号化文字列により、適切な表示用グリフを決定する機能
 - アルゴリズムを格納したデータベース
 - アルゴリズムに従い、文字符号からグリフを決定する処理系(glyph shaping)
 - アルゴリズムに従い、文字符号からグリフの印字位置を決定する処理系(glyph positioning)
- グリフの描画機能
 - 文字符号以外の管理情報、または文字符号と付加情報によりグリフ描画データを整理したデータ

ベース

- 文字符号以外の管理情報、または文字符号と付加情報によりグリフの印字位置を整理したデータベース
- グリフ描画データとグリフ印字位置情報によってグリフを適切に描画する処理系(glyph layout, font rasterizer)

これらの機能の関係を図示すれば図 3 のようになるが、データベースの持ち方や、どこまでを公開インタフェースとするかについては、さまざまな形態がありうる。

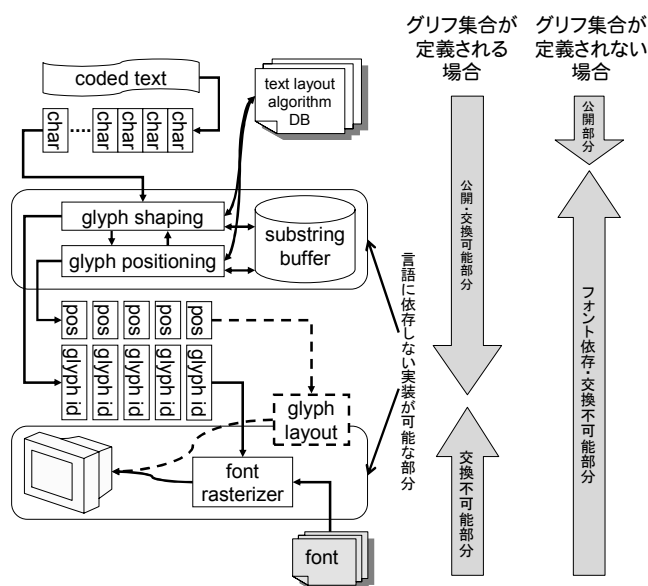


図 3 Unicode 表示処理の流れ

1.2.2. OpenType の Unicode 対応設計とその背景

OpenType 規格は、Microsoft が TrueType フォントを拡張し、Unicode 表示処理の機能を追加した TrueType Open 規格に由来する。グリフの決定および配置については TrueType Open 規格から変化はなく、従来の TrueType フォントのグリフ形状記述方式(TrueType 描画様式)の他に Adobe の Compact Font Format (CFF) で用いられるグリフ形状記述方式(Adobe Type2 CharString)を格納できるようにした点異なる。

- どのようなグリフを揃えるかについては、フォント実装者に委ねる。グリフを指定する方法は TrueType フォントにおけるグリフ番号を用い、異なるフォントの間での互換性は保証しない。
- 文字符号からグリフを決定するアルゴリズムは、グリフ番号列に対するパターンマッチと置換により記述する。グリフ番号はそれぞれのフォントで異なるので、グリフ決定アルゴリズムも各フォント内部に持たなければならない。
 - グリフ決定アルゴリズムは、1 つまたは複数のグリフ番号置換表によって記述される。

- グリフ番号置換表は、用字系(script)、言語(language)、置換機能(feature)の 3 つの情報により特定される。それぞれ 4 文字の名称が与えられており、名称は登録制である。
- 置換処理は履歴を持たない。グリフ番号を置換する際、そのグリフ番号が既に置換されたものか、何によって置換されたかなどの情報は管理されない。
- どの置換規則をどの順序で適用するかについて、OpenType 規格はこれを規定せず、処理系が任意に決定できる。

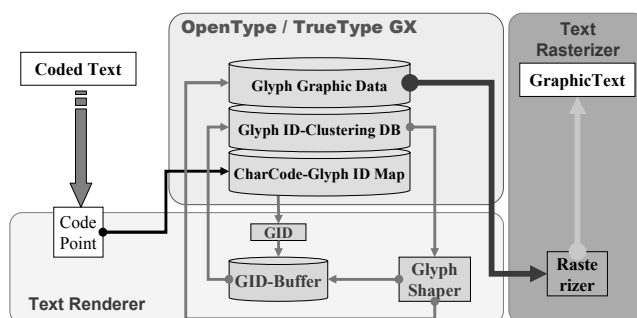


図 4 OpenType における Unicode 表示処理用データの格納方式

TrueType Open 規格が策定されたのは 1994 年であり、言語によっては ISO/IEC 10646 によって文字符号は定められたものの、Unicode の符号化方式が確定していないものが多かったことに注意しなければならない。たとえば、当時の規格である Unicode-1.1 はタイ文字の符号化方式について表示順と音韻順の 2 つの方式を併記していた。このため、フォント内部に完全なグリフ決定アルゴリズムを記述する方式では、フォント資源の利用範囲を Unicode 規格で許される範囲よりも狭くしなければならない可能性があった。そこで、TrueType Open 規格ではグリフ決定アルゴリズムを単純な置換規則の組み合わせに分解し、分解された置換規則はフォントに格納するが、それらの組み合わせについては処理系が行なうものとした。

1.2.3. OpenType のグリフ形状記述方式

ISO/IEC 14496-22 は、グリフ形状記述方式として、

- i) ビットマップ表現
- ii) Adobe Type2 CharString 描画命令を用いた、3 次ベジェ曲線によるアウトライン記述
- iii) TrueType 描画命令を用いた、2 次スプライン曲線によるアウトライン記述

の 3 つが使用可能である。以下、ISO/IEC 9541-3 で既に標準化されている Adobe Type1 CharString と比較しながらそれぞれの特徴を整理する。

1.2.3.1. Adobe Type2 CharString 描画命令

Adobe Type2 CharString 描画命令群は、アウトライン

表現に要するデータ容量を削減するために Adobe Type1 CharString 描画命令群を拡張したものである。Adobe Type1 CharString 描画命令群は一種のスタック型言語であり、グリフのアウトラインはプログラムとして記述される。スタックには描画命令と、描画命令に 3 次ベジエ関数の制御点座標またはベクタを与えるための数値データが置かれる。Adobe Type1 CharString 描画命令は、一定数の数値データしか処理しない(たとえば、カレントポイントから、ある点への直線を引くためには相対ベクトルを指定するために 2 個の数値データが消費される)が、実際のグリフのアウトライン描画を考えた場合、特定の描画命令が連続(ベジエ曲線が連続する場合)あるいは交代しながら(縦または横方向の直線により構成される場合)使用する場合が多いと期待される。そこで、Adobe Type2 CharString 描画命令はスタック上の数値データの個数によって、同一の描画命令、あるいは 2 つの描画命令を繰り返し実行するように拡張し、類似した描画命令を繰り返しスタックに置く処理を簡略化している。その他、Adobe Type2 CharString には数値演算命令が追加されているが、描画機能それ自体については Adobe Type1 CharString と同一である。Adobe Type1 CharString 描画命令群は、既に ISO/IEC 9541-3 Type1 グリフ形状記述方式として標準化されているので、これに命令群の追加および構文の拡張を行うことで Adobe Type2 CharString への対応が可能となる。

1.2.3.2. TrueType アウトライン表現

TrueType アウトライン表現でも、グリフのアウトラインはスタック型言語によるプログラムとして記述される。

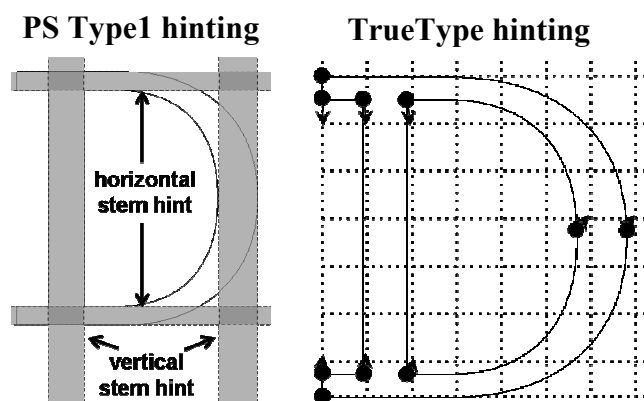


図 5 PostScript と TrueType のヒント情報の比較: PostScript のヒントはステムに対して設定するが、TrueType のヒントは制御点の移動として設定する。

Adobe Type1, Type2 CharString 描画命令は、印刷を念頭におき高・中解像度でのラスタ品質を向上させるために設計されているが、TrueType アウトライン表現は、より低解像度での表示装置で高速に処理できることを

念頭に置いている。TrueType アウトライン表現は高速化のために 2 次スプライン関数を用い、また低解像度でラスタ品質を向上させるために出力装置の解像度に依存して座標点を正規化する制御命令を導入している。Adobe Type1, Type2 CharString においても、解像度が低い場合に曲線を直線で近似する(フレクス機構)、縦・横方向の直線の描画において塗りつぶし領域を正規化するなどの指定(ステムヒント)が可能であるが、TrueType 描画命令はアウトラインの制御点全てに対して個別に正規化を調整する命令(TrueType ヒント命令)を与えることができる。両方式のヒント情報の与え方の比較を図 5 に示す。

ただし、TrueType アウトライン表現の設計の際に想定していた低解像度表示とは、SVGA 程度の CRT モニタに 2 階調で表示するという用途であった。その他の表示装置(たとえば、さらに解像度が低い SDTV など)では、必ずしも TrueType アウトライン表現のヒント情報を忠実に処理することが表示品質の向上に繋がるわけではない。事実、図 6 に示すように市販の TrueType フォント処理系が同一のフォントに対してラスタ結果は完全には一致せず、低解像度におけるラスタ処理には実装依存の部分がある。

	IPA明朝		平成明朝W3		平成ゴシックW3	
処理系 A	7pt	漢字	7pt	漢字	7pt	漢字
	8pt	漢字	8pt	漢字	8pt	漢字
	9pt	漢字	9pt	漢字	9pt	漢字
	10pt	漢字	10pt	漢字	10pt	漢字
	10.5pt	漢字	10.5pt	漢字	10.5pt	漢字
	11pt	漢字	11pt	漢字	11pt	漢字
	12pt	漢字	12pt	漢字	12pt	漢字
処理系 B	7pt	漢字	7pt	漢字	7pt	漢字
	8pt	漢字	8pt	漢字	8pt	漢字
	9pt	漢字	9pt	漢字	9pt	漢字
	10pt	漢字	10pt	漢字	10pt	漢字
	10.5pt	漢字	10.5pt	漢字	10.5pt	漢字
	11pt	漢字	11pt	漢字	11pt	漢字
	12pt	漢字	12pt	漢字	12pt	漢字

図 6 低解像度デバイスにおける TrueType ラスタ結果の処理系依存性

このような状況を踏まえると、TrueType アウトライン表現を標準化するにあたり、TrueType 規格をそのまま標準化したとしても規格適合の判断が難しいため、ヒント処理については実装水準を定義した規格が必要と考えられる。

2. 2007 年 12 月の ISO/IEC JTC1/SC34 総会と投票結果

2007 年 12 月に ISO/IEC JTC1/SC34 総会が京都で開

かれた。フォント資源を扱う作業グループである SC34/WG2 では、SC29 が発行した ISO/IEC 14496-22 に対して今後どのように対応するかが議論された。

2.1. ISO/IEC 14496-22 の規格としての問題点

ISO/IEC 14496-22 は、OpenType 規格 version 1.4 をそのまま ISO 規格とするために、いくつかの用語(たとえば OpenType という規格名称は登録商標である)を書き換えたが、技術的な内容は変更されていない。SC34 では、SC29 が標準化に際して意図した「現行の OpenType 処理系実装が、そのまま OFF 規格に適合できること」という背景を尊重し、それらについて修正は求めない方針が決定していた。しかし、出版された ISO/IEC 14496-22 の精査の結果、OpenType 規格における書体分類について、ISO/IEC 9541 を間違えて参照している部分が明らかとなった。これらについて SC29 に対し参照の削除を要求することとした[6]。

2.2. ISO/IEC 9541 標準の更新作業

ISO/IEC 9541 の取り扱う範囲で ISO/IEC 14496-22 に対応するための更新要件は、以下の 3 つにまとめられる。

- i) ISO/IEC 9541-1, -2 がフォント資源の情報交換をする際に、ISO/IEC 14496-22 の資源で必須な属性を交換できること
- ii) 既存のグリフ形状表現に関する規格 ISO/IEC 9541-3 が、ISO/IEC 14496-22 で新たに標準化されたグリフ形状記述方式について、既存の方式と同じ粒度で情報交換ができること
- iii) ISO/IEC 9541 が ISO/IEC 14496-22 を他のフォント資源と同様に扱えること

以下の小節で、今回の SC34 総会における、それぞれの課題に対する更新作業の状況を整理する。

2.2.1. ISO/IEC 9541-1, -2 に対する更新作業

ISO/IEC 9541-1, -2 は、フォント資源の指定や検索を行う際に必要な資源の属性(フォントの作成者、バージョン、メトリク、書体の図形的特徴など)について標準化を行っている。TrueType における書体指定では、私的規格である Panose によって書体の図形的特長を数値化し、機械的に検索することが想定されている。この Panose 値について、既存の ISO/IEC 9541-1 の書体の図形的特長分類に基づいて変換・逆変換を行って交換するよりも、既存の属性とは別個のものとして透過的に交換し、その解釈を処理系に任せるべきと判断された。SC29 が OFF 標準化の作業を開始した時点で、この問題が指摘され、ISO/IEC 14496-22 の標準化作業と平行し、属性の定義が ISO/IEC 9541-1 Amd. 2, 属性情報交換の構文が ISO/IEC 9541-2 Amd. 4 として提案され、PDAM(Proposed Draft Amendment)テキストが承認コメントされた。今回の SC34 総会にて両追補ともコ

メント対応が完了し、FPDAM(Final Proposed Draft Amendment)の段階に入った[7][8]。

2.2.2. ISO/IEC 9541-3 に対する更新作業

ISO/IEC 9541-3 は、グリフ形状データ記述に関する情報を交換するための規格であるが、グリフ形状データ記述方式それ自体の規格も含む。まず、印刷を目的としたフォントの代表である Adobe Type1 フォントと互換なグリフ形状記述方式が定義され、追補としてビットマップ表現が加えられている。ISO/IEC 9541-3 は特定のグリフ形状記述方式やファイル構造に依存しないよう、拡張可能な構造に設計されているが、ISO 標準におけるあらゆるグリフ形状データ記述方式を ISO/IEC 9541-3 に含んでいるわけではない(たとえば、上で触れた PFR は、現時点の ISO 規格体系の中では汎用のフォント資源ではなく、放送用の映像符号化方式 ISO/IEC 16500-6:1999 の一部という位置づけであり、ISO/IEC 9541-3 には含まれていない)。

モノクロビットマップについてはデータ様式に差異があるものの、ISO/IEC 9541-3 に既に含まれており、追補の必要はない(Apple の TrueType 規格は 255 階調までのグレースケールビットマップをサポートしているが、OpenType 規格および OFF 規格では削除されている)。アウトライン表現については ISO/IEC 9541-3 は Adobe Type2 CharString 描画命令群、TrueType アウトライン描画命令群のどちらも含んでいない。また、OFF 規格もこの 2 つのアウトライン記述方式については、外部の私的規格を参照しており、OFF 規格自体はこれらを定義していない。従って、OFF は ISO 標準における汎用フォントファイル様式を目指した規格であるが、ISO 標準の枠内でスケラブルフォントの規格として用いることができない。これを解決するため、両アウトライン記述方式を、ISO/IEC 9541-3 の追補として標準化する提案が SC34 で議論された。

既存の ISO/IEC 9541-3 標準に対しての追補という形での標準化を考えた場合、規格の整合性の観点では Adobe Type2 CharString の標準化を優先するべきであると判断され、まず Adobe Type2 CharString 描画命令群を標準化するための Proposed Draft Amendment が SC34/WG2 で作成され、PDAM 投票に入っている[9]。

2.2.3. ISO/IEC 9541-4 の作成

ISO/IEC 9541 はフォント資源の情報交換の規格であり、具体的なフォントファイルと属性の関係を定義していない。これは、これまで汎用的なフォントファイルのデータ構造は標準化されていなかったためである。

フォントファイルからどのような属性を抽出するかは、厳密には処理系依存であるが、OFF は汎用フォントファイルとして定義されており、処理系について述べていないので、ISO/IEC 9541 資源との関係性は

ISO/IEC 9541 が定義しなければならない。SC34 は ISO/IEC 9541-4 を OFF 規格の dual-numbered publication となるように予約していたが、ISO/IEC 14496-22 が既に出版されていることと、これをそのまま ISO/IEC 9541-4 とした場合には、ISO/IEC 9541 にさらに別のパートを導入して ISO/IEC 9541-4 とそれ以外の標準の整合性を定義しなければならない。このような背景を勘案し、ISO/IEC 9541-4 の位置づけを変更し、ISO/IEC 9541 外部で定義されている OFF のデータ構造から、ISO/IEC 9541 で扱われるフォント資源を定義するための関係を記述するものとした。今後、OFF 規格と ISO/IEC 9541 の整合性は全て ISO/IEC 9541-4 で記述することが SC34/WG2 から提案された。CD(Committee Document)テキストが作成され、現在投票中である[10]。

3. 今後の課題

本稿で整理したように、OFF 規格は復号系の動作を規定しない、具体的なフォント資源のデータ構造にのみを扱う標準規格である。これに対し、ISO/IEC 9541 はフォント資源のデータ構造ではなく、フォント資源の持つ属性を交換することによって、フォント資源の交換性を保証するための規格である。現在進められている ISO/IEC 9541 の更新作業は、ISO/IEC 9541 が標準化したフォント資源の情報交換方式の中で、OFF 規格により定義されるフォント資源を交換できることを目指したものである。このため、ISO/IEC 9541 のスコープ外となる以下の課題については現時点では解決方針が定まっていない。

3.1. OFF ファイル構造の未標準化部分

Adobe Type2 CharString でグリフアウトラインを記述する場合、そのデータは CFF 様式に従ったデータ構造としなければならないが、CFF 様式の構造については私的規格を参照しており、国際標準では未定義である。ISO/IEC 9541 は具体的なフォント資源のデータ構造を定義する規格ではないため、現時点では CFF 様式を定義すべき ISO 標準が無い状態である。

3.2. グリフに対する命名規則

OFF 資源の表示処理において表示用グリフはグリフ番号によって指定されるが、各グリフには重複しないグリフ名をわりあてる必要がある。ラテン文字のアルファベットおよび記号類については ISO/IEC 10036 によって登録されているが、ISO/IEC 14469-22 の導入背景である Unicode 全体ではほとんど標準化がされていない。また、OFF のグリフ置換アルゴリズムを適用した特定の表示系に対してどのような命名規則を与えるかも標準化されていない。特に、OFF 資源において、文字符号とグリフは一对一では対応しないので、どのようなグリフ形状変換が行なわれたかをグリフ名にも反映させることが重要である。

3.3. 復号処理の標準化

既に1.2.2で整理したように、OFF ではグリフ決定アルゴリズムをグリフ番号の置換に分解し、分解した最小の置換規則には機能に応じて名前を与えなければならない。Unicode における多言語処理の機能は主に Microsoft が登録し、欧文系・漢字系における詳細な組版のための機能は Adobe が登録している。Microsoft が定義した多言語処理の機能については詳細が定義されていない。すなわち、OFF 規格が保証できるのは、「規格に準拠した MPEG-4 処理系は MPEG-4 システムストリームからフォント資源を抽出し、そこに含まれる情報を全て解釈できる」ことであって、そのフォント資源を用いた Unicode 表示処理を保証するものではない。OpenType による Unicode 表示処理系の大半は、Microsoft が OpenType 規格の枠外で公開している実装の仕様や、リバースエンジニアリング的な手法によって作成されているのが実態である。OFF と、その処理系を Unicode 表示処理の標準規格として推進していくためには、処理系の動作に対してもある程度の標準化が期待される。

文 献

- [1] 小町祐史, 文書記述言語とフォントの国際標準化概要, 情報処理, 32, 10, pp.1110-1117, 1991-10.
- [2] 小町祐史, フォント情報交換の国際規格, 画像電子学会誌, 20, 6, pp.602-611.
- [3] ISO/IEC 14496-22:2007, “Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 22: Open Font Format”
- [4] Digital Audio-Visual Council, “DAVIC 1.4.1 Specification Part 9: Information Representation”, Annex A “CODING OF OUTLINE FONTS”, pp. 95 - 121, Geneva, 1999.
- [5] Unicode Consortium, “The Unicode Standard, Version 5.0”, Addison-Wesley Professional, Massachusetts, 2007..
- [6] Toshiya Suzuki, “Liaison statement to SC29/WG11 from SC34/WG2 on defects of ISO/IEC 14496-22”, ISO/IEC JTC1/SC34 N960, 2007-12.
- [7] Yushi Komachi and Shinnichi Oguma, “ISO/IEC 9541-1/FPDAM 4 -- Extension to font resource architecture”, ISO/IEC JTC1/SC34 N958, 2007-12.
- [8] Yushi Komachi and Shinnichi Oguma, “ISO/IEC 9541-2/FPDAM 2 -- Extension to font reference”, ISO/IEC JTC1/SC34 N956, 2007-12.
- [9] Toshiya Suzuki, “ISO/IEC 9541-3/PDAM 2 -- Additional Shape Representation Technology for Open Font Format”, ISO/IEC JTC1/SC34 N962, 2007-12.
- [10] Yushi Komachi and Toshiya Suzuki, “ISO/IEC CD 9541-4 -- Information technology -- Font information interchange -- Part 4: Harmonization to Open Font Format”, ISO/IEC JTC1/SC34 N961, 2007-12.