Zeitschrift: Asiatische Studien : Zeitschrift der Schweizerischen Asiengesellschaft = Études asiatiques : revue de la Société Suisse-Asie

Herausgeber: Schweizerische Asiengesellschaft

Band: 48 (1994)

Heft: 1: Referate des 9. deutschsprachigen Japanologentages in Zürich (22. - 24. September 1993)

Artikel: Computerunterstützter Fontentwurf für Kanji

Autor: Dürst, Martin J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-147085

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

COMPUTERUNTERSTÜTZTER FONTENTWURF FÜR KANJI

Martin J. Dürst, Zürich

Die digitale Schrift- und Drucktechnologie ist im lateinischen Schriftraum weit verbreitet. Über tausend verschiedene Schriftsätze sind in digitaler Form erhältlich, und weitere werden laufend auf den Markt gebracht. Deutlich anders sehen die Verhältnisse in Ostasien aus: Es sind erst wenige digitalisierte Schriftsätze (Fonts, 書体) verfügbar. Diese Arbeit beschreibt in einem ersten allgemeinen Teil die Bedürfnisse und Möglichkeiten bei einer Unterstützung des Kanji-Fontentwurfs durch den Computer. Ein zweiter Teil gibt einen Überblick über die Arbeit des Autors für eine strukturierte Zeichenbeschreibung, eine wichtige Voraussetzung für den effizienten Kanji-Fontentwurf. Dieser Aufsatz geht auch auf die Entwicklungen bei der Kodierung von Kanji und auf die Zusammenhänge mit Kanji-Suchmethoden für Wörterbücher und Programme ein.

Der Grund für den Rückstand der Fontproduktion in Ostasien liegt teilweise in der grossen Anzahl der Zeichen in ostasiatischen Schriften und deren Auswirkung auf Arbeitsaufwand und Speicherbedarf. Eine sehr wichtige und bislang nicht beachtete Rolle spielen auch die zur Digitalisierung und zum Neuentwurf von Schriftsätzen verwendeten Werkzeuge. Darunter fallen sowohl die bekannten Beschreibungssprachen, wie PostScript®, TrueType® und Metafont (Knuth 1986), als auch interaktive Programme, sogenannte Fonteditoren. Die Beschreibungssprachen vermischen Angaben auf unterschiedlicher Abstraktionshöhe, wie Zeichenstruktur, fontspezifische Parameter und druckerspezifische Details. Fonteditoren dagegen erlauben nur ein zeichenweises Arbeiten. Generell konzentrierte sich die digitale Typographie bislang mit Erfolg auf die Lösung von Detailproblemen bei der Umrechnung von Umrissbeschreibungen (Outlines, 輪郭線) in Rasterdarstellung (Bitmaps). Dabei standen die einzelnen Zeichen im Mittelpunkt; strukturelle Zusammenhänge zwischen Zeichen wurden kaum berücksichtigt.

Das herausragende Kennzeichen ostasiatischer Zeichensätze ist die grosse Zeichenanzahl. Standardisierungsbemühungen und das Streben nach Vollständigkeit lassen die Zahl der für den Fontentwurf relevanten Kanji stark ansteigen (siehe Tabelle 1 und Lunde (1993)).

Die ersten drei Einträge in Tabelle 1 dürften hinreichend bekannt sein, und auch seit der Einführung von JIS X 0212 ist schon einige Zeit vergangen. Unicode dagegen ist noch wenig bekannt, und wird gerade in Japan leider vielfach mit wenig Sachkenntniss kritisiert. Unicode ist hervorgegangen aus dem Bestreben amerikanischer Computer- und Softwarehersteller, den

Täglicher Gebrauch (常用漢字)	1'945
JIS X 0208-1990 Level 1 (第一水準漢字)	2'965
dazu JIS X 0208-1990 Level 2 (第二水準漢字)	6'355
dazu JIS X 0212-1990 (補助漢字)	12'156
Unicode/ISO 10646 (Unicode 1992)	20'902

Tabelle 1: Anzahl Kanji in verschiedenen Normen.

Aufwand für die Anpassung von Programmen an nationale Zeichensätze und -Kodierungen zu reduzieren, ist aber unterdessen als ISO 10646 international abgesegnet und wird schon in einigen neueren Betriebssystemen verwendet. Mit einheitlich 16 Bit pro Zeichen werden auf insgesamt 65536 Positionen alle in den Schriften der Gegenwart gebrauchten Schriftzeichen kodiert. Dabei ist für Kanji etwa die Hälfte der Gesamtzeichenzahl reserviert. Um mit diesem Platz auszukommen, mussten gleiche oder ähnliche Zeichen aus verschiedenen Standards unifiziert werden. Zeichen wie 三 sind nur einmal kodiert und nicht je in einer japanischen, chinesischen und koreanischen Variante. Um diese Unifikation systematisch durchzuführen, wurde das XYZ-Modell entwickelt. Dabei unterscheidet die X-Achse Zeichen verschiedener Grundbedeutungen (字義), wie 土 und 士. Die Y-Achse differenziert Zeichengestalt (字体), wie bei der Vereinfachung von 體 zu 体. Die Z-Achse betrifft kleinere, meist fontbedingte Unterschiede (字形), wie etwa, ob der Gras-Radikal (草冠) mit drei oder vier Strichen geschrieben wird. Unifiziert wurde nur entlang der Z-Achse; dies entspricht genau den Kriterien, die schon bei den japanischen Standards verwendet wurden. Von einer Unifikation wurde abgesehen bei Zeichen, die in einem der nationalen Standards schon getrennt waren, wie z.B. die vielen Zeichen für Schwert (剣劒劍劒劔) in JIS X 0208. Dadurch bleibt alle Information bei einer Hin- und Rückkonversion erhalten. Mit Unicode dürfte die Erhöhung der Zeichenzahl keineswegs abgeschlossen sein, auch wenn bis zur nächsten Erweiterung noch einige Jahre vergehen werden. Zuerst einmal müssen die Vorgaben von JIS X 212 und Unicode ›verdaut‹ werden; noch gibt es nicht einen einzigen Bitmap-Font mit allen Unicode-Kanji in einheitlichem Design.

Bei einem zeichenweisen Entwurf steigt der Aufwand für einen Font im Vergleich zum Nutzen mit wachsender Zeichenzahl überproportional, da jedes weitere Zeichen weniger häufig gebraucht wird, aber trotzdem in gleicher Qualität vorhanden sein sollte. Das bisher im Druckbereich übliche Vorgehen, Zeichen nach Bedarf (und teilweise in ungenügender Qualität) nachzuliefern, ist bei der weiten Verbreitung von Computern nicht sinnvoll. Es stellt sich daher die Frage, wie grosse Zeichensätze effizient entworfen

und implementiert werden können. Der Schlüssel liegt in der Häufigkeit des Vorkommens gemeinsamer oder ähnlicher Elemente in allen Zeichen auf verschiedenen Ebenen. So verwendeten Uehara et al. (1991) als Extremfall in 6353 Kanji 33189 waagrechte Striche. Um solche Gemeinsamkeiten wirkungsvoll ausnützen zu können, müssen entsprechende Werkzeuge entwikkelt werden.

Da in einem Font hoher Qualität auch scheinbar gleiche Elemente minime Unterschiede aufweisen, ist eine einfache Komposition eines Fonts aufgrund weniger Elemente unmöglich. Die grosse Datenbasis bei Kanji erlaubt aber in viel höherem Masse den Einsatz von statistischen Methoden (wie etwa in Uchio (1989)) und Experimenten, und auch nur eine Teilautomatisierung mit Steuerung und Korrektur durch einen Entwerfer bedeutet für Kanji schon eine sehr grosse Vereinfachung. Fortschritte in der Werkzeuggestaltung und bei der automatischen Beurteilung optischer Effekte können später auch bei weniger umfangreichen Zeichensätzen, angefangen beim koreanischen Hangul bis hin zum lateinischen Alphabet, eingesetzt werden. Generell sollte man es vermeiden, wie Unger (1987) Kanji nur als Hemmschuh neuer Technologien zu sehen. Im Gegenteil, wichtige Erfindungen wie bewegliche Lettern und Photosatz sind für und wegen den Kanji gemacht worden, und dies trifft auch auf neuere Entwicklungen wie Rasterdrucker zu (Dürst 1993b).

Eine wichtige Voraussetzung für weitergehende Entwicklungen und Experimente beim Fontentwurf ist eine abstrakte Zeichenbeschreibung. Eine solche beschreibt einzelne Zeichen mit ihren Bestandteilen und Beziehungen ohne einen Bezug auf einen konkreten Font. Eine abstrakte Zeichenbeschreibung sollte möglichst kompakt und verständlich sein, sollte aber auch verschiede Sichten auf die einzelnen Zeichen ermöglichen, um nicht eine starre Arbeitsweise zu präjudizieren. Die Entwicklung einer solchen Beschreibung folgt später in dieser Arbeit.

Eine abstrakte Beschreibung muss für alle Zeichen, unabhängig vom Font, nur einmal erstellt werden, wenn man einmal von typographischen Varianten (Z-Achse) absieht. Ein neuer Font, aber auch ein schon existierender, kann dann konvergierend entworfen werden. Dabei werden ausgehend von allgemeinen, wiederkehrenden Formen die Elemente der abstrakten Beschreibung schrittweise konkretisiert bis hin zu allenfalls nötigen Korrekturen an einzelnen Zeichen. Dadurch sollte es auch möglich werden, verschiedene schon bestehende Schriftsätze auf einem hohen Qualitätsniveau durch die einmalige, abstrakte Definiton eines neuen Schriftzeichens zu erweitern, und damit den Aufwand für die Erhöhung der Zeichenzahl auf ein Minimum zu Beschränken. Eine schrittweise Automatisierung der Routinearbeiten beim Fontentwurf durch abstrakte Zeichen-

beschreibungen wird zu einem systematischeren Vorgehen, schnelleren und weniger teuren Entwürfen, einer grösseren Auswahl von Fonts, auch in hoher Qualität, mehr Experimenten mit neuen Ideen, und einer besseren Ausbildung für junge Fontentwerfer(innen) führen.

Eine abstrakte Zeichenbeschreibung ist aber nicht nur zentral für den Fontentwurf, sie kann auch in anderen Gebieten sehr nützlich sein, wie:

- Zeichensuche (Zeichenlexika, Eingabemethoden)
- Automatische Zeichenerkennung (Druck- und Handschriften)
- Standardisierung (Vergleich und Definition)
- Zeichenkodierung (für sehr seltene und neue Zeichen)
- Fontimplementierung (sogenannte Makros, Programme und Hints)
- Schriftunterricht (Strichzahl und Reihenfolge, ähnliche Zeichen, kalligraphische Merkmale (Yamazaki et al. 1990))

Dabei sind die unterschiedlichen Anforderungen dieser Anwendung zu beachten. Zur Identifikation eines Zeichens bei Suche oder Erkennung ist wesentlich weniger Information nötig als zu seiner vollständigen Wiedergabe. Aus einer für den Fontentwurf entwickelten Beschreibung, die verschiedene Sichten ermöglicht, können deshalb einfachere Beschreibungen für die anderen Anwendungen leicht abgeleitet werden; der Fontentwurf nimmt desshalb eine zentrale Stellung ein.

Die Grundlage für eine abstrakte Zeichenbeschreibung bildet ein generelles Modell der Kanji. Es besteht aus zwei Ebenen, der ›Box‹-Ebene und der ›Bar‹-Ebene. Die Box-Ebene beschreibt Zusammensetzungen von Zeichen aus Teilzeichen und Komponenten, die sich nicht überschneiden, die also wie Schachteln auf- oder neben- oder ineinandergestellt werden können. Die Bar-Ebene beschreibt Striche und Strichteile, die sich überschneiden. Andere Autoren (Hobby et al. 1984, 田中 et al. 1991, Zheng et al. 1988) verwenden ähnliche Modelle, die Terminologie ist aber unterschiedlich und mit Worten wie ›Element‹, ›Komponente‹ und ›Primitive‹ meist nicht sehr einprägsam. Auch die Worte Radikal (部首) und Strich (画), nicht unbedingt in ihrer gewohnten Bedeutung, werden verwendet. Die hier verwendeten englischen Begriffe, obwohl ungewohnt, sind klar und eindeutig.

Die Beschreibung der Zeichen auf der jeweils angebrachten Ebene erfolgt mit der Programmiersprache Prolog (Clocksin/Mellish 1984). Prolog verwendet eine einheitliche Notation, sogenannte Relationen, für Daten und Programme; dadurch können mit wenig Aufwand Daten eingelesen und ausgeschrieben, Datenstrukturen umgebaut und Datenmuster gesucht werden.

Wichtig ist, dass die gewählte Darstellung sprachunabhängig, möglichst verständlich und gut kontrollierbar ist, damit Fehler vermieden werden können. Dies wird dadurch erreicht, dass die einzelnen Zeichen direkt

durch sich selbst dargestellt werden, dies im Unterschied zu früheren Arbeiten anderer Autoren, wo Zahlen, Englisch, oder japanische Bezeichnungen verwendet wurden. In der benutzten Prolog-Version (Quintus Prolog) können Kanji sogar ohne die bei Einzelzeichen besonders lästigen Anführungszeichen geschrieben werden. Grundsätzlich wird für beide Ebenen die gleiche Relation verwendet:

```
ch(Zeichen,Beschreibung).
```

Auf der Box-Ebene sind die Beschreibungen einfach; sie bestehen im allgemeinen Fall aus zwei Zeichen, die durch einen Operator verknüpft werden. Auch die Operatoren sind grösstenteils selbsterklärend. Nachfolgend die Regeln für die Beschreibung von 炭, 匿 und 磨 und ihrer Teilzeichen. Der Bezeichner comp gibt die Art der Beschreibung an.

```
ch(炭,comp(山,=,灰)).      ch(灰,comp(厂,┌,火)).
ch(匿,comp(匚,⊂,若)).      ch(若,comp(艸,=,右)).
ch(磨,comp(麻,┌,石)).      ch(麻,comp(广,┌,林)).
ch(林,comp(木,‖,木)).
```

Um den Schreibaufwand zu reduzieren, wird bei häufigen Radikalen der Bezeichner freq verwendet und der Operator weggelassen. Dies ist auch bei den oben angeführten Beispielen der Fall, mit Ausnahme von 炭, da 山 häufiger links als oben vorkommt. Spezielle Bezeichner werden auch für die Verdoppelung und Verdreifachung von Zeichen gebraucht:

```
ch(双,dupl(··,又)).        ch(圭,dupl(:,土)).
ch(森,trip(木)).           ch(弼,aba(弓,百)).
```

Soweit als möglich wurde jeweils in einer Regel nur eine Zerlegung vorgenommen, um jegliche Verdoppelung von Daten zu vermeiden. Nicht immer sind gebräuchliche Zeichenteile auch als eigene Zeichen vorhanden; der rechte Teil von 鉛 zum Beispiel findet sich in keinem Standard. Solche Zeichen wurden als Zusatzzeichen (外字) erstellt, um Referenzen auf eine einzige Beschreibung zu ermöglichen. In einigen wenigen Fällen, wo eine Kombination von Teilzeichen nur einmal auftaucht, wurde eine geschachtelte Notation vorgezogen, um die Zahl der Zusatzeichen in Grenze zu halten:

```
ch(尉,comp(freq(尸,示),‖,寸)).
```

Eine detailliertere Beschreibung dieser Darstellung findet sich in (Dürst 1993a). Von den Kanji aus JIS X 0208 wurden circa 5'300 auf der Box-Ebene beschrieben. Für den Rest wird im Moment eine Beschreibung auf der Bar-Ebene aufgebaut.

Obwohl allein mit diesen Beschreibungen noch keine Zeichen generiert werden können, lassen sich damit schon einige interessante Experimente durchführen, wie z.B. eine Implementierung der Zeichensuche nach Nelson (1962) (Dürst 1993a). Dafür werden in einem ersten Schritt durch rekursives auflösen von Referenzen und Umbau von Hierarchien für ein Zeichen

mehrere Beschreibungen erstellt, die sukzessive näher an der Sichtweise von Nelson und seiner Benutzer liegen. Dabei bezeichnet »Sichtweise« in diesem Fall vor allem den Ort, an dem die Zeichen in ihre Bestandteile aufgeteilt werden. In einem zweiten Schritt werden die erstellten Beschreibungen mit entsprechenden Beschreibungen der Radikale verglichen und die beste Übereinstimmung als Resultat ausgewählt. Dabei können die Regeln von Nelson ohne grosse Änderungen direkt in Prolog formuliert werden. Ein gleiches Vorgehen wäre auch für Halpern (1990) und Spahn/Hadamitzky (1989) möglich. Für Suchmethoden wie in 文化庁 (1973) oder De Roo (1980) ist ein Einbezug der Bar-Ebene notwendig.

Ausgehend von einer abstrakten Zeichenbeschreibung können nicht nur existierende Suchmethoden nachgebildet und auf ihre Konsistenz überprüft werden, sondern es sind auch Experimente mit neuen Suchmethoden möglich, wobei viele Eigenschaften einer solchen Methode automatisch überprüft werden können. Neue Suchmethoden sind insbesondere auch für elektronische Zeichenlexika von Interesse (Hadamitzky1994). Dabei können im Gegensatz zu traditionellen Zeichenlexika auch mehrere alternative Suchmethoden zur Verfügung gestellt werden, die je nach Vorwissen ausgewählt und eventuell auch von den Benutzern an ihre persönlichen Bedürfnisse angepasst werden können. Auch im Rahmen der japanischen Standardisierungsorganisation erarbeitet gegenwärtig ein Kommitee neue Suchmethoden, die vor allem dazu dienen sollen, im Druckgewerbe einen Überblick über 外字 und Varianten zu erhalten (日本規格協会 1993).

Die Beschreibung auf der Bar-Ebene ist komplexer, da mehr als zwei Elemente zusammengesetzt werden müssen und sich die Art der Zusammensetzung nicht einfach durch Operatoren ausdrücken lässt. Ein Zeichen wird desshalb als eine Liste (in Prolog durch [] angegeben) von Bars beschrieben, wobei für jeden Bar ein Name als Referenz, ein Bartyp zur Angabe der Richtung und eine Liste von gekreuzten Bars angegeben wird. Dabei zeigt `leer` an, dass ein Strichende ohne Kreuzung bleibt.

```
ch(王,bars([bar(mitte,     一,[leer,senkrecht,leer]),
            bar(oben,      一,[leer,senkrecht,leer]),
            bar(unten,     一,[leer,senkrecht,leer]),
            bar(senkrecht, |,[oben,mitte,unten])])).
```

Wie im Beispiel ersichtlich, ist die Reihenfolge der Bars nicht von Bedeutung, wohl aber die Reihenfolge der Kreuzungen auf den einzelnen Bars. Der Algorithmus, mit dem diese Beschreibung in Zeichnungsanweisungen für Skizzen der einzelnen Zeichen umgewandelt werden kann, ist in (Dürst 1993c) beschrieben. Verschiedene Beispiele zeigt Abbildung 1. Da nur die abstrakte Beschreibung benutzt wurde, sind diese Zeichen zwar lesbar, erheben aber keinen ästhetischen Anspruch.

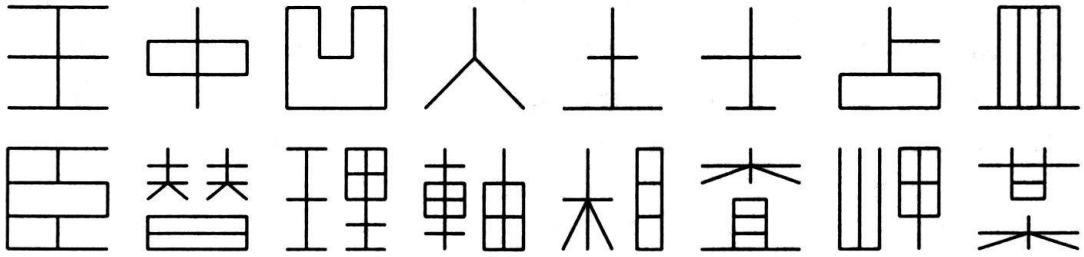

Abbildung 1: Aus abstrakten Zeichenbeschreibungen erzeugte Kanji-Skizzen der Zeichen 王, 中, 凹, 人, 土, 士, 占, 皿, 臣, 替, 理, 軸, 相, 査, 岬, und 某.

Auch Zeichen mit schrägen Bars und relative Barlängen, wie sie zur Unterscheidung von 土 und 士 nötig sind, können definitert werden. Trotzdem ist die Beschreibung auf der Bar-Ebene gegenwärtig noch nicht vollständig. Auch stellen die hier beschriebenen Arbeiten für die Unterstützung des Fontentwurfs durch den Computer erst einen kleinen Anfang dar. Längerfristig ist ein vollständig graphisch-interaktives System zur Unterstützung eines schnell konvergierenden Entwurfsstils geplant. Die Techniken, die im Verlauf dieses Projekts entwickelt werden, werden auch zur Weiterentwicklung des Schriftsatzentwurfs für kleinere Zeichensätze und generell von graphischen Editoren und CAD (Computer Aided Design)-Werkzeugen beitragen. Für die Japanologie sind insbesondere die schnelle Erforschung neuer Suchmethoden und die Unterstützung im Schreibunterricht von Interesse.

Referenzen

文化庁: 外国人のための漢字辞典（第二版）大蔵省印刷局、1973. (Agency for Cultural Affairs: *Dictionary of Chinese Characters for Foreigners* (second Edition). Printing Office of the Japanese Ministry of Finance.)

Clocksin, W.F., and Mellish, Ch.S.: *Programming in Prolog* (Second Edition). Springer-Verlag, Berlin, 1984.

De Roo, Joseph R.: *2001 Kanji*. Bonjinsha, Tōkyō, 1980.

Dürst, Martin J. (a): Structured Character Description for Font Design: A Preliminary Approach Based on Prolog. In: *Computer Graphics and Applications–Proceedings of Pacific Graphics '93*, Shin, Sung Yong, und Kunii, Tosiyasu L. (Hrsg.). World Scientific Publishing, Singapore, 1993a, S. 369-380.

Dürst, Martin J. (b): Computers and Culture: The Case of the Japanese Writing System. In: *Computer Science, Communications and Society: A Technical and Cultural Challenge*, Bürgi-Schmelz, Adelheid, et al. (Hrsg.). Schweizerische Informatiker Gesellschaft, Zürich, 1993b, S. 263-270.

Dürst, Martin J. (c): Coordinate-Independent Font Description using Kanji as an example. *EP-ODD–Electronic Publishing – Origination, Dissemination and Design*. Band 6, Nummer 3, Sept. 1993, S. 133-144 (RIDT'94 proceedings).

Hadamitzky, Wolfgang: *Kanji & Kana: Langenscheidts Lehrbuch und Lexikon der japanischen Schrift*. Langenscheidt, Berlin, 1980.

Hadamitzky, Wolfgang: Elektronische Zeichenlexika und ihre Suchsysteme. Beitrag zum 9. deutschsprachigen Japanologentag in Zürich. (In vorliegender Publikation) 1994.

Halpern, Jack: *New Japanese-English Character Dictionary*. Kenkyūsha, Tōkyō, 1990.

Hobby, J.D., and Guoan, G.: A Chinese Meta-font. TUGboat (TEX users group newsletter), 5(2):119-136, 1984.

Hofstadter, Douglas R.: *Metamagical Themas: Questioning for the Essence of Mind and Pattern*.. Basic Books, New York, 1985.

Knuth, Donald E.: *The METAFONTbook*. Addison-Wesley, Reading, MA, 1986.

Lunde, Ken: *Understanding Japanese Information Processing* (日本語情報処理), O'Reilly & Associates, Sebastopol, CA, 1993.

Nelson, Andrew N.: *The Modern Reader's Japanese-English Character Dictionary*. Charles E. Tuttle, Tōkyō, 1962.

日本規格協会、文字フォント開発・普及センター：字形のデータベース化に関する調査研究（報告書), 1993.

Spahn, Mark, und Hadamitzky, Wolfgang: *Japanese Character Dictionary with Compound Lookup via any Kanji*, Nichigai Associates, Tōkyō, 1989.

田中哲朗、石井裕一郎、長橋賢児、竹内幹雄、岩崎英哉、和田英一：漢字スケレトンフォント生成支援システム。第32回プログラミングシンポジウム報告集, 1991, S. 1-8. (Tanaka, T., Ishii, Y., Nagahashi, K., Takeuchi, M., Iwasaki, H., und Wada, E.: Kanji Skelton Font Creation Support System. In: Yoneda Nobuo (Hrsg.), *Proceedings of the 32nd Programming Symposium*, S. 1-8, 1991.

Uchio, F., Higuchi, T., Kitahashi, T., Sanada, H., und Tezuka, Y.: A Method for Normalizing the Appearance Size of Brush-Written Chinese Characters. In: *Raster Imaging and Digital Typography*, J. André and R.D. Hersch, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 1989, S. 144-153.

上原徹三、国西元英、下位憲司、鍵政秀子：骨格ベクトル方式による文字形状の表現と生成。電子情報通信学会論文誌, Band J74-D-II, Nummer 8, Aug. 1991, S. 1020-1031. (Uehara, T., Kokunishi, M., Shimoi, K. und Kagimasa, H.: Character Shape Representation and Generation by Skeleton Vector Method. IECE Japan J74-D-II (8))

Unger, Marshall L.: *The Fifth Generation Fallacy: Why Japan is Betting Its Future on Artificial Intelligence*. Oxford University Press, New York, 1987.

The Unicode Consortium: The Unicode Standard: Worldwide Character Encoding, Version 1.0, Volume 2, Addison-Wesley, Reading, MA, 1992.

Yamasaki, Toshinori, Yamamoto, Masahiro, Kato, Hirokazu, und Inokuchi, Seiji: Knowledge Based Training System for Handwriting of Japanese Characters. *The Transactions of IEICE*, Vol. E73, No. 3, März 1990.

Zeng, J., Inoue, T., Sanada, H. und Tezuka, Y.: A Data Structure Suitable for Representing the Calligraphic Rules for Chinese Character Evaluation. In: *Proc. 9th International Conference on Pattern Recognition*, IEEE, 1988, S. 181-183.