

Métodos de Entrada de Texto Especialmente Projectados para Comunicações Móveis

Carlos Miguel da Silva Durão; Paulo Filipe Baía da Rocha e Nuno Borges Carvalho

Resumo – Este artigo visa antes de mais dar a conhecer os diferentes métodos de introdução de texto, com ênfase nas tecnologias predictivas, em contraste com os métodos anteriores que implicavam grande esforço por parte do utilizador para redigir a sua mensagem.

Inicialmente leva-se a cabo uma descrição do conceito de SMS, o seu crescimento nos últimos anos e o formato de trama utilizado.

Na fase seguinte deste estudo apresentam-se os diferentes métodos não predictivos de entrada de texto, para possibilitar uma posterior comparação a nível de performance com as tecnologias predictivas, tais como T9, eZiText e o iTAP no que diz respeito a métodos baseados num dicionário de palavras e ao LetterWise e WordWise que são baseados numa base de dados que contém probabilidades de sequências de letras (prefixos).

Por fim abordamos as perspectivas futuras de introdução de texto como por exemplo, o reconhecimento de escrita manual, reconhecimento de voz e finalmente os baseados em BCI (Brain Computer Interface).

I. INTRODUÇÃO

A fim de demonstrar todas as implicações que os novos métodos de entrada de texto proporcionaram no uso intensivo do serviço de SMS nos últimos anos, é feita uma pequena abordagem ao conceito de SMS.

Mais que um serviço o SMS é actualmente o modelo de negócio que possui as mais elevadas previsões de crescimento a curto prazo no sector das comunicações móveis.

Abreviatura da expressão inglesa “Short Message Service”, o SMS na sua fase de implantação limitava-se à possibilidade de enviar, através das redes de GSM mensagens de texto de pequena extensão.

Este serviço desenvolveu-se predominantemente na Europa e o seu crescimento foi exponencial tendo sido estimado um número de 20 biliões de envios mensais à escala mundial em 2001, estando previsto que este número irá ascender a 70 biliões em 2005 (Figura 1).

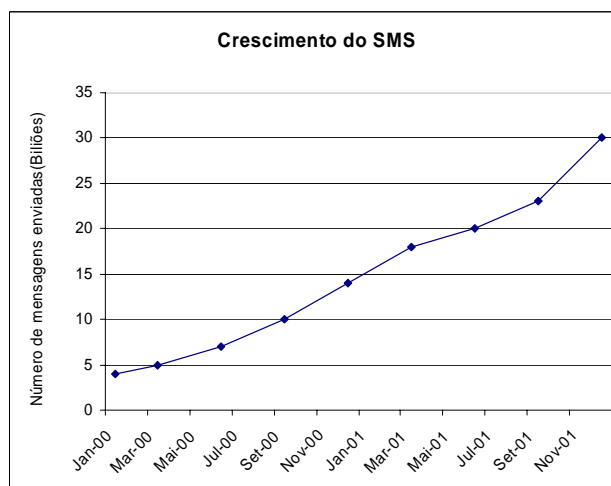


Fig. 1 – Crescimento de SMS

Do simples envio de texto e funcionalidades de alerta para a existência de mensagens de voz e do sistema complementar de apoio ao cliente através do envio dos valores de saldo, facturação, etc, o SMS está a evoluir progressivamente graças aos fabricantes pois o envio de logotipos, imagens e melodias foi também uma razão deste crescimento.

O que é o SMS? É um serviço de envio de mensagens (Short Message Service) definido de acordo com as normas GSM digital mobile phone standard e que apresenta as seguintes características:

- Uma única mensagem pode conter até 160 caracteres de texto. Esses caracteres podem ser numéricos, alfabéticos e combinações alfanuméricas. Este serviço também suporta pequenas mensagens baseadas noutros formatos (por exemplo em formato binário). Estas mensagens podem ser usadas para o envio de logotipos e ringtones.
- O SMS é um serviço em que as mensagens não são enviadas directamente do remetente para o destinatário (store and forward service), este envio é feito através de um centro SMS. Cada rede de comunicações móveis possui um ou mais centros SMS com vista a uma eficiente manutenção do serviço de mensagens curtas.

- O SMS possui um serviço de grande utilidade, em que a pessoa que envia a mensagem recebe um relatório de entrega, ou seja, uma mensagem de notificação em que o utilizador pode ter conhecimento se a sua mensagem foi enviada com sucesso. Um exemplo da importância desta facilidade pode ser dado com o caso dos pagers em que era enviada uma mensagem, sem nenhuma garantia da sua recepção.
- Pequenas mensagens podem ser enviadas e recebidas simultaneamente com chamadas de voz, dados ou fax. Isto é possível devido ao facto de tanto as chamadas de voz, dados ou fax ocuparem um canal de rádio durante a duração da chamada, as mensagens curtas usam o signaling path que vai permitir que a comunicação seja menos sensível às horas de grande tráfego comunicacional.
- O envio de mensagens múltiplas também é possível (desde que o serviço seja proporcionado pelo operador). Existem dois métodos de implementação: Concatenação SMS em que as mensagens são agrupadas e enviadas. Compressão SMS em que é possível que uma mensagem simples contenha mais de 160 caracteres.
- São necessários alguns requisitos para poder usufruir do serviço de SMS. É necessário ser cliente de uma rede de comunicações móveis que suporte este serviço. O operador de rede móvel tem que disponibilizar este serviço ao cliente, geralmente esta disponibilização é gratuita. O telefone móvel tem que suportar SMS e além disso o utilizador deve saber usar o seu telefone para o envio e leitura de uma mensagem.

Desde a sua inclusão no GSM standard, o SMS foi também incorporado em muitas outras redes móveis standard tais como: Nordic Mobile Telephone (NMT), Code Division Multiple Access (CDMA) e Personal Digital Cellular (PDC) no Japão.

Cada uma destas redes standard implementa o SMS de diferentes maneiras e com diferentes comprimentos de mensagem, no quadro seguinte podemos visualizar e fazer uma comparação das várias implementações do SMS nas diversas redes móveis Standard (Figura 2)

Rede Móvel	Tipo	SMS	T. Mensagem	Implementado em:
GSM 900	Digital	Disponível	160	Mundial
GSM 1800	Digital	Disponível	160	Mundial
GSM 1900	Digital	Disponível	160	Mundial
TACS/ETACS	Analog	N/ disponível	N/D	N/D
NMT	Analog	Disponível	N/D	Europa Ocidental
TDMA/D-AMPS	Digital	Disponível	N/D	América do Norte
NAMPS	Analog	Disponível	14 alfanuméricos 32 numéricos	América do Norte
CDMA	Digital	Disponível	256	América do Norte
PHS	Digital	Disponível	N/D	Japão
PDC	Digital	Disponível	N/D	Japão
IDEN/NEXTEL	Digital	Disponível	140	Norte e Sul da América
TETRA/ Dolphin	Digital	Disponível	256	Partes da Europa
Globalstar	Satélite	Disponível	160	Global

Fig. 2 – Sistemas com capacidade de SMS

O SMS é um serviço de enorme utilidade já há muito demonstrada, tanto para o utilizador como para o operador móvel uma vez que grande parte de seus lucros provém deste serviço, o grande impulsionador do uso deste serviço por parte do utilizador foi a entrada de texto predictivo, em que se torna muito mais fácil a tarefa de escrita de uma mensagem. Deste método falaremos mais adiante, de seguida vamos dar a conhecer os sistemas de entrada de texto com que o SMS começou a dar os seus passos, e que ainda são usados por muitos utilizadores.

II. SISTEMAS E MÉTODOS DE ENTRADA DE TEXTO

Os métodos de entrada de texto têm uma enorme importância devido à ausência de um teclado tradicional em que cada carácter tem correspondência com uma única tecla. Esta dificuldade combinada com a necessidade de métodos de escrita cada vez mais rápidos e robustos representa um enorme desafio.

A maior parte dos telefones móveis de hoje em dia têm a facilidade de poder enviar e receber mensagens através da rede móvel à qual está subscrito, esta facilidade só foi possível devido a sistemas de entrada de texto que apesar de lentos e, alguns, de difícil aprendizagem permitiram a escrita de caracteres em terminais de dimensões reduzidas. Vamos então conhecer mais de perto os mais importantes

sistemas de entrada de texto que marcaram a evolução mundial do serviço de SMS.

Multitap (ou Multipress) 1:

O método de entrada de texto mais usado desde o aparecimento do serviço de SMS é baseado num conjunto de 12 teclas, teclas 0-9 e duas teclas adicionais (#, *). Os caracteres A-Z estão mapeados pelas teclas 0-9 por ordem alfabética, a localização dos mesmos é similar para a maioria dos telefones móveis existentes.

Como o número de teclas é menor que os caracteres A-Z (26), três ou quatro vão ser agrupados na mesma tecla dando origem a ambiguidade. Por exemplo se o utilizador pressiona a tecla 2, o sistema tem que determinar qual dos caracteres A,B ou C é o pretendido e é nessa escolha que se baseia o multi-pressing, que é o método de introdução de texto mais usado.

Neste sistema o utilizador pressiona cada tecla, uma ou mais vezes para especificar o carácter de entrada. Por exemplo para o caso anterior, o utilizador apenas necessita de pressionar a tecla 2 uma vez para obter 'A', duas vezes para 'B' e três para 'C'.

A abordagem Multi-press faz surgir o problema da segmentação, ou seja quando um carácter é posto na mesma tecla que o escrito anteriormente (por exemplo na palavra 'carro') o sistema tem que determinar se a nova tecla pressionada ainda pertence ao anterior carácter ou se representa um carácter novo.

Para isso teve que ser criado um mecanismo para especificar o início de um novo carácter. Existem duas soluções para este problema, uma delas consiste em usar um período de tempo (Timeout entre 1 e 2 segundos) em que pressionando a mesma tecla, o carácter ainda pertence ao anterior, por outras palavras para escrever "carro" vamos pressionar a tecla 2 três vezes para obter a letra 'C', esperar uns instantes e pressionar a mesma tecla uma vez para obter a letra 'A'.

Outra solução encontrada foi a de existir uma tecla pré-definida em que ao ser pressionada elimina esse tempo de espera ("Timeout kill"), permitindo assim a escrita mais rápida do carácter seguinte. Uma combinação das duas soluções pode ser implementada, aliás o maior fabricante mundial de telefones móveis disponibiliza essa solução combinada em que o timeout é de 1.5seg e a tecla de timeout kill é uma das teclas direccionais (arrow keys).

Na figura 3 é demonstrado como se escreve SCM, usando uma abordagem multi-pressing:

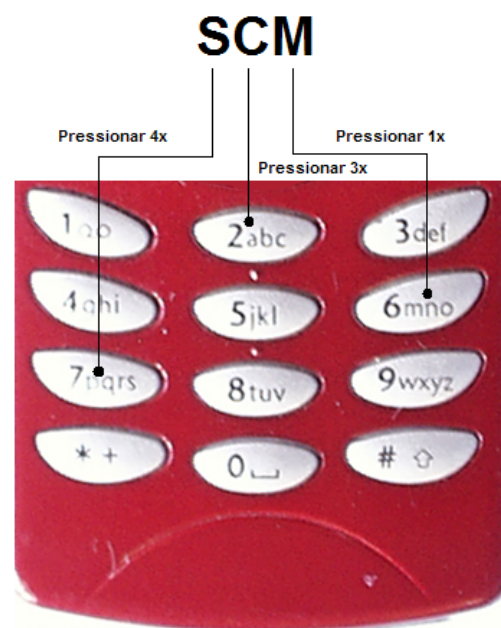


Fig. 3 – Multitap

Cada carácter vai ter um código que é composto pelo número da tecla pressionada repetido, consoante o necessária para ser feita a sua entrada, seguido de '#'. Na figura 4 são apresentadas as codificações para os diferentes caracteres:

A 2#	K 55#	U 88#	4 40#
B 22#	L 555#	V 888#	5 50#
C 222#	M 6#	W 9#	6 60#
D 3#	N 66#	X 99#	7 70#
E 33#	O 666#	Y 999#	8 80#
F 333#	P 7#	Z 9999#	9 90#
G 4#	Q 77#	0 00#	. 1#
H 44#	R 777#	1 10#	/ 11#
I 444#	S 7777#	2 20#	SPACE 111#
J 5#	T 8#	3 30#	@ 1111#

Fig. 4 – Tabela de Equivalências Multitap

A abordagem Multi-press pode ser quantificada em termos de rapidez apartir da aplicação do modelo de movimento, mais conhecido por **Fitts'law**².

Este é um modelo quantitativo que avalia a rapidez de movimentos bem definidos e certos e pode ser usado para calcular a velocidade de inserção de texto de um perito nesta área (utilizador muito experiente). Podemos então supôr que a performance deste perito é muito elevada e limitada apenas pela performance motora.

Vamos apenas dar a conhecer este modelo aplicado ao Multi-pressing e mais tarde ao Two-key input de modo a poder ser feita uma comparação a nível de rapidez, de cada método de entrada de texto.

¹ <http://www.yorku.ca/mack/chi00.html>

² <http://ei.cs.vt.edu/~cs5724/g1/>

A lei de Fitts é expressa da seguinte forma:

$$MT = a + b \log_2(A/W + 1)$$

Em que A é a amplitude de um movimento e W é a largura da tecla pressionada (de notar que este é um modelo unidimensional). Dado que as teclas de um telefone por vezes estão dispostas sobre um array bidimensional, é feita uma mudança de variável em que W vai ser substituído pela menor das duas dimensões (altura e largura), usualmente a altura das teclas é inferior, logo W vai ser a altura das teclas.

As constantes a e b são determinadas empiricamente através da medição temporal de movimentos com dois graus de dificuldade distintos por exemplo o uso de uma mão para pegar no telefone teclando com o polegar dessa mão e o uso de uma mão para pegar no telefone usando a outra para teclar. Fitts' chegou então a uma equação que modela o sistema Multipress diferenciando dois casos distintos:

No primeiro caso o utilizador espera que se esgote o Timeout, já anteriormente explicado.

No segundo caso o utilizador usa a tecla que activa o Time kill.

Para estes dois casos vamos obter diferentes tempos de entrada para um carácter:

$$CT = MT_0 + N \times MT_{repeat} + T_{timeout}$$

$$CT = MT_0 + N \times MT_{repeat} + MT_{kill}$$

Sendo N o número de vezes que a mesma tecla é pressionada, MT_0 é o tempo do movimento inicial do dedo que pressiona a tecla, e o valor usado para o Timeout é de 1.5seg.

Método	Palavras por minuto
Multi-press - timeout	22.5
- timeout kill	27.2

Os resultados demonstram que o uso da tecla de Time kill permite maior rapidez, sendo esta aumentada de 21%. Após apresentarmos a abordagem Two-key input iremos fazer também um estudo semelhante para podermos tirar conclusões acerca da rapidez dos dois métodos.

*Two-key input*³:

Este método de entrada de texto baseia-se na atribuição a cada carácter de dois índices tal como um elemento de uma matriz. Este método usa uma combinação de teclas que podem ser primidas simultaneamente ou sequencialmente de forma a que a sua combinação vá gerar o carácter pretendido. Este sistema vai fazer com

que o utilizador prima a tecla referente ao carácter pretendido e de seguida marque novamente outra tecla indicadora da sua posição na tecla inicial, neste método existem variadas configurações.

Existem variantes nesta abordagem em que o utilizador pode ter que combinar três teclas para seleccionar a letra pretendida (chording), mas no caso Two-key press a implementação mais usual é a que foi descrita anteriormente.

De seguida (figura 5) é demonstrado como poderemos escrever SCM na configuração de Two-key press mais usual. Os algarismos a sobrepostos nas linhas indicam a sequência de movimentos a executar. Para escrever a letra S pressiona-se a tecla onde ela está inserida (7) e posteriormente o número da sua posição na mesma (4).

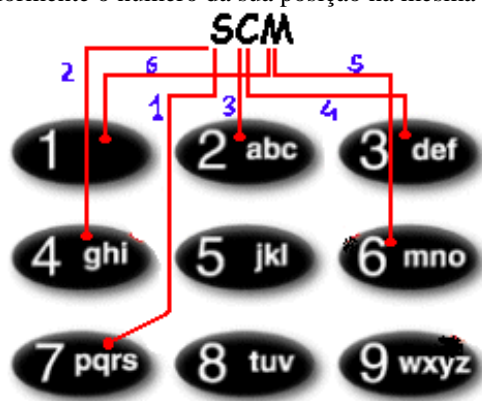


Fig. 5 – Two-key Input

Mais uma vez pode ser feito um estudo sobre a rapidez deste método. A abordagem Two-key press pode ser quantificada em termos de rapidez a partir da aplicação do modelo de movimento (Fitts'law) já anteriormente apresentado.

Neste método cada carácter excepto o SPACE necessita que o utilizador pressione duas teclas portanto o tempo de escrita de cada carácter é calculado como a soma do tempo de dois movimentos: $CT = MT_0 + MT_1$

Comparando agora com o multi-press:

Método	Palavras por minuto
Multi-press - timeout	22.5
- timeout kill	27.2
Two-key	25.0

Poderemos ver que o Multi-press é mais lento se não for utilizada a tecla de Time kill, ou seja esperando pelo Timeout (1.5seg). De outra forma se um utilizador for experiente e usar a tecla de Time kill consegue maior velocidade de escrita usando o Multi-press.

³ www.yorku.ca/mack/chi00.html

Sendo o serviço de SMS cada vez mais procurado pelo cliente, os fabricantes dedicaram grande parte do seu estudo ao encontro de métodos inovadores para entrada de texto com vista a uma menos fastidiosa utilização por parte dos utilizadores.

Alguns destes projectos conseguiram alcançar sucesso enquanto que outros ficaram apenas em protótipo ou para algumas aplicações mais específicas.

De seguida vamos apresentar alguns métodos de entrada de texto, uns já conhecidos como é o caso da Chatboard e outros que não estão tão divulgados.

Chatboard⁴:

É uma pequeno teclado que é colocado na base do telefone móvel e em que cada tecla tem uma correspondência unívoca com um carácter. Semelhante a um pequeno teclado de computador este método revela-se interessante pois tendo o utilizador uma boa noção da posição das teclas consegue alguma rapidez na escrita.

No entanto um entrave à utilização deste método prende-se com o facto de cada vez que o utilizador quer enviar uma mensagem, tem que procurar o pequeno teclado e conectá-lo ao telefone, a maior parte dos utilizadores raramente usava a Chatboard (figura6).



Fig. 6 – Chat Board

Thumbscript⁵:

Usando um simples teclado de 9 botões o Thumbscript (figura 7) permite alguma rapidez de entrada de texto através de qualquer telefone móvel. Este método baseia-se numa associação entre pontos que combinada introduz um carácter. Existem também comandos em que basta pressionar uma tecla para serem executados tal como o Delete, Shift e Return, enquanto que a inserção numérica é quase idêntica à de um telefone normal.



Fig. 7 – Thumbscript

THUMBSSCRIPT™										www.thumbscript.com	
A _	B	C (D ?	E /	COMMANDS						
Start	Stop				CAPS	CMD	BS	TAB	RTN		
F {	G <	H	I	J =	K '	L +	SPACE	Tap once.			
M ~	N]	O 0	P >	Q esc	R -	S :	NUMBERS				
							1 ^	2 @	3 #		
							4 \$	5 %	6 ^		
							7 &	8 *	9 %		
							Tap center for 5.		Zero is letter "o" reversed.		
T	U \	V .	W "	X)	Y }	Z ;					

Fig. 8 – Thumbscript – tabela de equivalências.

Como se pode ver pela figura 8, o utilizador pode conseguir entrada de texto com alguma rapidez o único senão prende-se com o facto de necessitar de um período de adaptação um pouco longo, variando de utilizador para utilizador.

Messagease⁶:

Este método baseia-se num reajuste no aspecto de um teclado normal em que as letras estão também dispostas nas teclas 0-9. Para dar entrada a cada carácter o utilizador necessita de pressionar duas teclas, a primeira é a tecla onde se encontra a letra inscrita, a segunda é a que se encontra na direcção adjacente da letra pretendida. Por exemplo para escrever “v” basta pressionar a tecla 1 seguida da tecla 5. Este método não foi implementado devido novamente a um total redesenho da disposição das letras no teclado do telefone móvel (Figura 9).

⁴ www.ericsson.com

⁵ www.thumbscript.com

⁶ www.exideas.com/

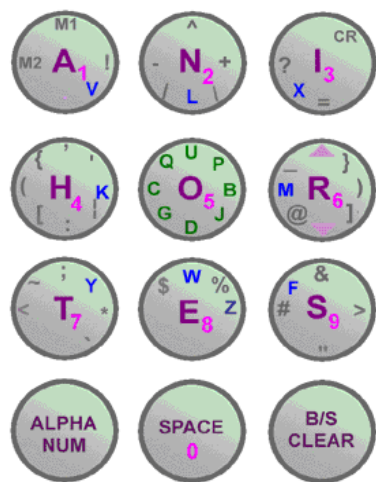


Fig. 9 – Message ease

*Fastap*⁷:

Esta abordagem consiste na mudança total na aspecto de um teclado convencional, pois neste caso são sobrepostos dois teclados (figura 10), um para as letras e outro para os números. Deste modo conseguem-se velocidades de escrita muito rápidas bastando para isso que o utilizador esteja ambientado com o teclado. Os fabricantes porém não adoptaram este sistema devido a exigir uma grande alteração no design do telefone móvel.



Fig. 10 – FastTap

*myText*⁸:

É um sistema de entrada de texto que tem como alvo principal o mercado de telefones móveis onde o serviço de SMS tem um papel preponderante. Apenas uma única tecla semelhante a um micro-joystick (já utilizada por muitos fabricantes como tecla de navegação de menus) consegue dar entrada de todos os caracteres necessários à escrita eficiente de uma mensagem SMS.

Todos os caracteres podem ser inseridos pelo simples movimento do pequeno joystick contornando o formato natural dos caracteres do alfabeto. À medida que o polegar sobre o joystick (figura 11) executa os movimentos simples (cima, baixo, esquerda, direita) o utilizador vai visualizando no display do telefone a construção do caracter:



Fig. 11 – MyText

Este método de entrada de texto tem a grande vantagem de poder ser facilmente implementado em diversos tipos de escrita baseada em simples traços. De seguida é mostrado como se pode escrever um caracter em escrita oriental (figura 12):



Fig. 12 – Mytext

III. ENTRADA DE TEXTO PREDICTIVO

Nos últimos tempos as redes de comunicações móveis têm vindo a aumentar de forma significativa o seu suporte ao serviço de transmissão de mensagens escritas entre telefones móveis e entre telefones móveis e outros serviços. Uma das principais razões que levaram a esta evolução do serviço de SMS foi o aparecimento de novos métodos de entrada de texto baseados no uso de grandes dicionários de palavras permitindo desta forma retirar a ambiguidade existente na escrita das várias palavras.

Escrever texto num telefone móvel não é tarefa fácil quando se tem que pressionar quatro vezes a tecla “7” para obter o caracter “v”, por exemplo.

A grande inovação da entrada de texto predictivo reside no facto de ser necessário pressionar apenas uma tecla para aceder ao caracter desejado. Existe então software que utiliza um dicionário de palavras, tentando assim “adivinhar” qual a palavra que a pessoa quer escrever. Este método é muito fiável e permite poupar algum tempo ao utilizador que pretende escrever de forma rápida e eficiente a sua mensagem.

⁷ www.gsmworld.com/technology/sms/textinput.shtml

⁸ www.my-text.com/

Existem estudos que revelam que a incorporação dos algoritmos de texto predictivo na maioria dos telefones móveis actuais, é responsável por um aumento de 25% no volume de tráfego SMS por utilizador. Este método está já implementado para uma grande variedade de línguas. O telefone móvel pode estar equipado com vários dicionários permitindo a escolha da língua em que se quer escrever a mensagem.

Na figura 13 é dado um exemplo de como escrever a palavra *sistema*, basta para isso pressionar apenas uma vez a tecla onde se encontra o carácter desejado.

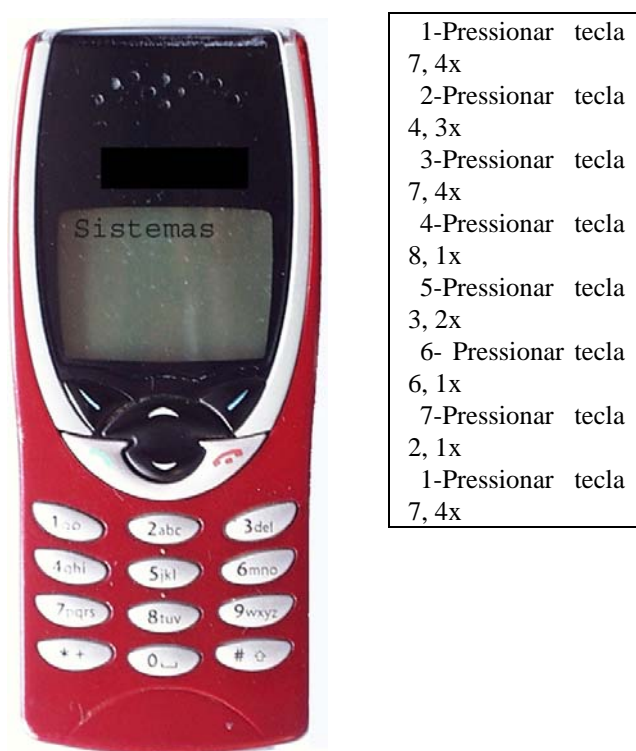


Fig. 13 – Exemplo de Introdução de texto.

Como já foi dito os teclados numéricos não são a forma mais fácil de introduzir texto nos telemóveis, devido ao número de toques necessários até que a letra apareça no ecrã. Para resolver este problema, os fabricantes adoptaram várias soluções, mas a solução mais prometedora surgiu da empresa Tegic Communications, a qual desenvolveu o sistema T9 Text Input de escrita inteligente de mensagens que já foi adoptado em vários modelos de telefones móveis, surgiram também outros algoritmos implementados pela Zi Corporation (eZiText) e pelo departamento de léxico da Motorola (iTAP).

Devido à ambiguidade inerente ao facto de cada tecla representar três ou quatro caracteres, surgiram dois tipos distintos de texto predictivo destinados a eliminar essa mesma ambiguidade. Um método utiliza um dicionário de palavras e o outro utiliza uma base de dados que contem probabilidades de sequências de letras-prefixos, ou seja

um prefixo é o conjunto de caracteres que precedem a última vez que é pressionada uma tecla.

- Dictionary-based Disambiguation
- Prefix-based Disambiguation

Para melhor compreensão destes dois tipos de método de entrada de texto vamos fazer uma breve apresentação dos algoritmos criados pelos vários fabricantes e por fim fazer uma comparação ao nível de desempenho entre alguns deles.

Dentro dos algoritmos baseados num dicionário de palavras podem ser distinguidos o T9, eZiText e o iTAP:

Dictionary-based Disambiguation

T9⁹:

Para utilizar o sistema T9 é necessário que o terminal disponha esta opção e em alguns casos activar a opção dentro das configurações do telemóvel. Podem existir diferenças entre terminais, o que torna necessário uma consulta ao manual, de forma a descobrir as particularidades (que tecla carregar para introduzir símbolos, como trocar de maiúsculas para minúsculas, etc.).

Com a opção activada e quando o utilizador estiver pronto a escrever a mensagem, o primeiro aspecto a ter em atenção é o seguinte: Já não é preciso carregar 4 vezes no 9 para introduzir o Z ou pressionar o botão até que a letra desejada finalmente apareça. O sistema T9 funciona interpretando as combinações de números que se introduzem e fá-las corresponder a palavras dentro de um dicionário. É apenas necessário um toque para cada letra – quando o utilizador estiver a escrever, é importante que olhe apenas para o visor no fim da palavra pois a tarefa de escrever uma palavra pode se tornar confusa devido à palavra correcta apenas aparecer no final da inserção.

Quando se diz que para escrever uma palavra é apenas necessário pressionar uma vez por carácter isso pode não corresponder à verdade, por exemplo:

- Se o utilizador quiser escrever a palavra BOM, vai ter que pressionar 2-6-6 mas a palavra que aparece no ecrã vai ser COM, de seguida pressiona a tecla de *next* e a palavra ANO aparece, só carregando novamente na tecla de *next*, aparece a palavra desejada. Foi então necessário pressionar cinco vezes!
- Para escrever a palavra SACO é necessário pressionar a tecla de *next* quatro vezes!

Imaginemos que o utilizador pretendia escrever uma mensagem SMS a dizer: Estou atrasado. No quadro seguinte está uma descrição do que aparece no visor ao teclar cada número.

⁹ www.t9.com/

2	E	28	av
27	Dr	287	cup
278	Est	2872	cura
2786	Esto	28727	atrás
27868	Estou	287272	atrása
0	(espaço)	2872723	atrásad
2	A	28727236	atrásado

Também se pode ver a necessidade de ignorar o que se encontra escrito no visor, quando se vai a meio da palavra e parece que irá surgir algo que nada tem a haver com o que se pretendia escrever. Para escrever esta pequena frase foram necessários 14 toques no teclado. Caso se tivesse de introduzir letra a letra, com vários toques no botão para cada uma, este número estaria mais próximo dos 28.

Quando a palavra pretendida não aparece, mesmo depois de alternar entre as várias opções possíveis (caso existam), torna-se necessário escrevê-la utilizando o método tradicional. Contudo, em alguns casos é possível introduzi-la dentro da base de dados do sistema, de forma a que mais tarde o programa passe a apresentá-la. Como se pode ver no exemplo, as maiúsculas e acentos são introduzidos automaticamente.

O T9 encontra-se disponível em várias línguas para além do português, como inglês, francês, castelhano, italiano, alemão, etc. Os telefones móveis podem estar equipados com mais que um dicionário, permitindo ao utilizador utilizar o sistema para escrever mensagens em várias línguas.

Um exemplo mais prático do modo de funcionamento pode ser encontrado na "homepage" do T9.

*eZiText*¹⁰:

As vantagens de funcionamento e utilização deste algoritmo são muito semelhantes ao T9 visto que ambos recorrem ao uso de um dicionário de palavras, com possibilidade de inserção de novas palavras por parte do utilizador.

O eZiText é realmente um método de entrada de texto predictivo pois permite ao utilizador escrever uma palavra sem ter que teclar todos os caracteres da mesma.

Por exemplo utilizando o dicionário Inglês para escrever a palavra "tomorrow" com oito caracteres, basta teclar as primeiras quatro letras da palavra, pois o motor de indexação inteligente encarrega-se de apartir de um prefixo com um dado número de caracteres, fazer uma selecção de palavras candidatas e dessas escolher a palavra que mais vezes é usada, existem telefones móveis que possuem um display que mostra algumas palavras

candidatas simultaneamente, facilitando desta forma a escolha da palavra pretendida.

Esta é a principal vantagem em relação ao T9, pois o utilizador consegue teclar uma palavra pressionando apenas os caracteres iniciais da mesma.

O eZiText proporciona um feedback ao utilizador mostrando as palavras candidatas, eliminando assim todos os conjuntos de letras sem sentido que confundem o utilizador à medida que é escrita a palavra desejada. Este método de entrada de texto comporta também espaçamento automático e um sistema intuitivo de colocação de letras maiúsculas. As desvantagens são decorrentes da limitação do dicionário de palavras pois de cada vez que uma palavra não consta do mesmo, (aproximadamente 10% das vezes) vamos ter que accionar o tradicional sistema Multitap e inserir a palavra dessa forma.

*iTAP*¹¹:

O método de entrada de texto predictivo implementado pelo departamento de léxico da Motorola foi criado tal como os anteriores, de modo a proporcionar aos utilizadores uma maior rapidez e facilidade de comunicação, levando desta forma a um crescimento do recurso aos serviços de SMS.

A tecnologia iTap consegue prever a maioria das palavras, associadas a uma particular sequência de teclas pressionadas, que o utilizador pretende escrever no seu teclado numérico. Esta tecnologia é, tal como as anteriores, baseada no uso de um dicionário de palavras (com mais de 35,000 palavras), conseguindo desta forma prever à primeira tentativa cerca de 90% das palavras desejadas.

Esta tecnologia predictiva consegue de forma automática calcular a frequência de uso de uma palavra para assim ficar a conhecer os hábitos linguísticos do utilizador, para que de futuro apresente em primeira mão a palavra com maior probabilidade de ser a desejada, e como alternativa as restantes. Desta forma ao longo do tempo se o utilizador usar muitas vezes uma palavra menos corrente, o sistema vai oferecer essa palavra como primeira opção aumentando drasticamente a rapidez de inserção de texto. Tal como sucede com as tecnologias já abordadas, o dicionário de palavras é dinâmico podendo o utilizador incluir diminutivos, endereços, abreviaturas, etc.

De modo semelhante às anteriores tecnologias predictivas, o utilizador apenas necessita de dar entrada aos caracteres iniciais pois aparece em anexo uma lista, ordenada por frequência de uso, com as várias alternativas para completar o resto da palavra.

O iTap permite um acesso à base de dados de forma a rapidamente ser inserida uma nova palavra na mesma. Este método está disponível em 19 línguas diferentes, e a ser desenvolvido em novas línguas.

¹⁰ www.zicorp.com/

¹¹ www.cnn.com/TECH/computing/9910/28/mobile.text.idg

Não é possível adaptar este algoritmo ao software de um telefone normal, necessita um telefone já configurado de fábrica.

Esta tecnologia oferece ainda pontuação inteligente, no início de cada frase não é necessário introduzir letra maiúscula pois é automaticamente activada. O espaçamento é inserido após uma marca de pontuação.

Exemplo do visor de um telefone equipado com esta tecnologia e respectiva inserção de palavras:



Fig. 14 – iTap

Prefix-based Disambiguation

LOPT¹² - Linguistically Optimal Predictive Text

Um método concorrente do T9, do eZiText e do seu *sibling* da Motorola, o iTAP, é o sistema LOPT (Linguistically Optimal Predictive Text) da empresa Eatoni Ergonomics. Esta empresa está endividar esforços para conseguir a sua adopção pelos grandes fabricantes com um argumento de peso: o LOPT vai mais longe do que o T9 ao facilitar a previsão não só de letras como de palavras, URLs, abreviaturas, endereços etc...

A Eatoni desenvolveu duas versões do LOPT: a "LetterWise" e a "WordWise". No primeiro caso o software promete reduzir para metade o número de teclas digitadas em sequências de letras para cada palavra, cabendo facilmente num cartão SIM fornecido pelos operadores móveis e estando dotado da habilidade de passar a reconhecer termos arbitrários introduzidos pelo utilizador. No segundo caso o software está especialmente optimizado para prever a totalidade da palavra a partir das letras iniciais, tal como sucedia nos dois métodos anteriormente apresentados. No LOPT a grande diferença consiste no uso de uma base de dados que contem probabilidades de sequências de letras (prefixos), por outras palavras um prefixo é o conjunto de letras inseridas que precedem a última vez que foi pressionada uma tecla.

Vamos de seguida concentrar o nosso estudo no LetterWise uma vez que o WordWise oferece resultados semelhantes ao iTAP pois consegue seleccionar a palavra desejada a partir das letras iniciais.

A grande vantagem do método de entrada de texto baseado numa base de dados de prefixos e que apenas faz

predicção da próxima letra, consiste na economia de memória em utilização (varia entre 500 bytes e 9000 bytes).

Para melhor compreensão do funcionamento deste método, imaginemos que o utilizador pressiona a tecla 3 tendo '-lh' como prefixo, a próxima letra mais provável será o 'e' visto que na língua portuguesa 'lhd' e 'lhf' não fazem sentido. Esta tecnologia faz à priori a análise de um dicionário para extrair informação de probabilidades sobre sequências de letras numa linguagem, este mecanismo permite uma eficiente entrada de palavras muito ou pouco usadas no dia-a-dia.

Por vezes este algoritmo também prevê a letra errada, para isso basta pressionar a tecla de *next* até obter a segunda letra mais provável e assim em diante.

Como é de esperar, a performance do LetterWise melhora à medida que o prefixo considerado é maior, mas quanto maior for o prefixo maior vai ser a quantidade de memória de base da implementação (aspecto a ter em conta nos telefones móveis). Neste decorrer há que ponderar todos os aspectos para obter os melhores resultados com o mínimo de recursos físicos envolvidos.

No decorrer deste estudo achamos conveniente a apresentação de uma experiência realizada em conjunto por duas universidades norte-americanas (Columbia e York) juntamente com a Eatoni Ergonomics, que faz uma comparação entre três métodos de entrada de texto: *Multipressing ou Multitap, T9 e LetterWise*.

Comparação entre Multitap, T9 e LetterWise-O número de vezes, em média que é necessário premir uma tecla por caracter (*KSPC* – Keystrokes Per Character) é uma boa medida para avaliar o funcionamento e a rapidez de cada método. Como é lógico, para um teclado a que cada tecla corresponde apenas um caracter, $KSPC=1$. O valor $KSPC<1$ é possível para tecnologias de predicção da totalidade de uma palavra (Word Prediction). Para estes três métodos $KSPC>1$ devido à utilização de um teclado numérico que vai introduzir ambiguidade.

É possível através de computação, calcular a curva característica de *KSPC* para os três métodos. Para este cálculo foram usados dicionários de 65000 palavras e respectivas frequências.

MÉTODO	KSPC
Multitap	2.0342
Dictionary-based disambiguation (T9)	1.0072
LetterWise	1.1500

¹² www.eatoni.com/

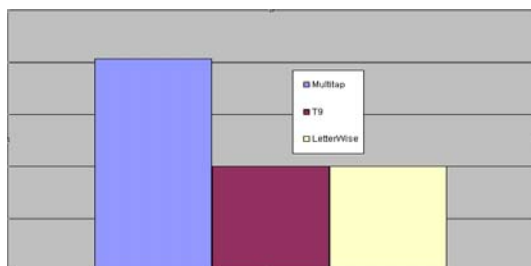


Fig. 15 – Exemplo LetterWise

Pela análise da tabela da figura 15 podemos por exemplo concluir que o LetterWise necessita de 43.5% de *KSPC* a menos que o Multitap.

Para o T9 (Dictionary-based disambiguation method) o valor calculado para o *KSPC* é impressionante à primeira vista pois é tão próximo da unidade. Podemos então confirmar que a tecla de next é muito raramente pressionada (cerca de 5% das palavras) nos algoritmos baseados em dicionário de palavras. O valor presente na tabela é muito inferior a 5% visto que foi a frequência das palavras foi tomada em conta nestes cálculos. Mas a principal razão de ser destes valores reside no facto de todos os utilizadores apenas terem inserido palavras pertencentes ao dicionário e como se sabe os utilizadores gostam muito de usar abreviaturas, etc...

A rapidez dos métodos em comparação pode ser averiguada, combinando análises de probabilidades com a lei de Fitts', já abordada anteriormente. Seguidamente são representados numa tabela os valores que ditam a rapidez dos vários métodos de entrada de texto (expressos em palavras por minuto-wpm).

MÉTODO	<i>C/dedo indicador (wpm)</i>	<i>C/polegar (wpm)</i>
Multitap :		
S/ TimeKill	22.5	20.8
C/ TimeKill	27.2	24.5
T9	45.7	40.6
LetterWise	38.1	33.7

Embora através da análise destes resultados, o algoritmo do T9 consiga uma maior rapidez na inserção de palavras, e de notar que ainda não foram inseridas palavras não existentes no dicionário.

De seguida é apresentada uma variação gráfica em que se avalia o desempenho do T9 quando aumentamos a taxa de palavras não existentes no dicionário. No eixo das ordenadas temos o número de palavras tecladas por minuto, no eixo das abcissas podemos observar a variação temporal ao longo de 20 minutos de treino, para as várias taxas de palavras não existentes no dicionário.

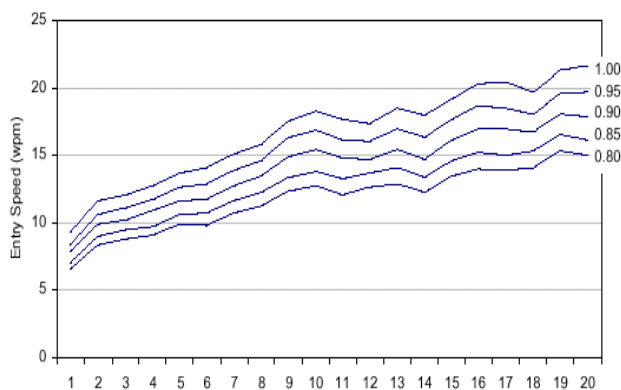


Fig. 16 – Velocidade de Introdução de texto

Daqui facilmente se conclui que à medida que o número de palavras não existentes no dicionário aumenta, a rapidez de escrita também diminui. Agora sim já estamos em condições de igualdade na comparação entre métodos.

A seguinte representação gráfica avalia a rapidez dos três métodos de entrada de texto para uma taxa de palavras não existentes no dicionário de 15%.

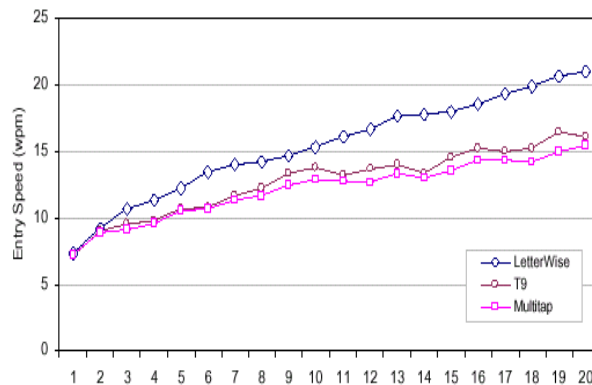


Fig. 17 – Comparação de velocidade

Através deste estudo feito por 20 utilizadores diferentes podemos tirar algumas conclusões desta comparação entre métodos de entrada de texto:

Ficou demonstrado que o método baseado numa base de dados de prefixos consegue ser muito eficaz pois reduz em cerca de 50% o número de vezes que é necessário premir teclas para inserir correctamente uma palavra, em relação ao convencional Multitap.

Em comparação com o T9 verificou-se que possuem velocidades de entrada de texto similares quando todas as palavras existem no dicionário, mas quando apenas 15% das mesmas não existe no dicionário, o T9 assemelha-se com o Multitap (em velocidade de inserção) sendo desta forma mais lento em cerca de 30% que o LetterWise.

IV. PERSPECTIVAS FUTURAS DE INTRODUÇÃO DE TEXTO¹³

Nos dias de hoje e devido a todos os avanços tecnológicos são já fabricados telefones móveis que possuem um método de entrada de texto semelhante ao já usado pelos utilitários PDA's. Este método após um período de adaptação consegue atingir ótimos resultados pois permite que o utilizador introduza texto de modo similar ao de escrita manual, pois utiliza um algoritmo de reconhecimento do movimento de um pequeno apontador sobre uma área predefinida do aparelho.

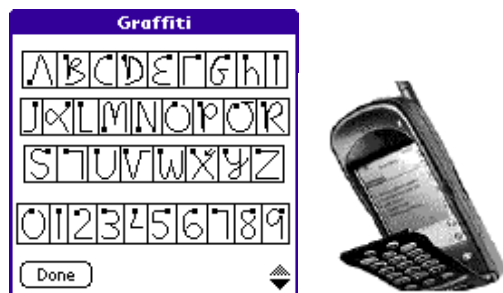


Fig. 18 – Tabela de equivalências para alfabeto

Na parte inferior do telefone móvel existe uma área específica para escrita. O lado esquerdo está destinado a escrita de letras e a área a direita para a escrita de número. Essa divisão visa evitar confusões, como a letra 'S' e o número '5'.

No entanto existem também algumas limitações neste método de entrada de texto tais como a confusão entre caracteres de formas semelhantes, quando o casamento do módulo imposto pelo programa e o carácter da imagem é feito de forma primitiva.

Outra alternativa a considerar no futuro será o reconhecimento de voz, isto é sistemas que conseguem traduzir linguagem falada para texto (speech to text). Este método tem sido posto de lado por muito tempo devido a todas as dificuldades que se lhe apresentam tais como arranjar memória suficiente para suportar uma grande carga computacional, devido à complexidade dos algoritmos envolvidos neste processo, no entanto, segundo a lei de Moore o poder de processamento duplica a cada 18 meses, se isto se verificar só daqui a alguns anos poderemos implementar este método, com robustez num telefone móvel. Outro factor que não permitiu a sua implementação nos telefones móveis prende-se com todo o ruído que na maior parte das vezes rodeia o utilizador

não permitindo um fácil reconhecimento das palavras pronunciadas.

¹³ www.cpgei.cefetpr.br/~hslopes/publicacoes/2000/annie2000.zip

www.cpgei.cefetpr.br/~hslopes/publicacoes.html

www.uol.com.br/cienciahoje/chdia/n317.htm

BCI- www.cs.man.ac.uk/aig/staff/toby/research/bci/

Ainda num campo puramente teórico podemos citar as recentes pesquisas na área do interface cérebro-computador que visam possibilitar o controlo de computadores através de estímulos cerebrais do tipo dos adquiridos nos EEG (Electro-Encefalograma). Devido à imensa e complexa máquina que é o cérebro humano todos os estudos publicados até agora ainda estão muito afastados da meta desejável que é comunicar mentalmente com uma máquina de maneira a conseguir uma interacção tão sofisticada como a entrada de texto.

REFERENCIAS

- [1] Fitts' Law, Models and Theories of Human-Computer, Interactions Fall 1996
- [2] MacKenzie, I. S. KSPC (keystrokes per character) as a characteristic of text entry techniques, Submitted for publication. 2001.
- [3] MacKenzie, I. S., and Zhang, S. X. The design and evaluation of a high-performance soft keyboard, Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '99. New York: ACM, 1999, 25-31.
- [4] James, C. L., and Reischel, K. M. Text input for mobile devices: Comparing model predictions to actual performance, Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI 2001. New York: ACM, 2001, 365-371.