

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКЛАДКИ КЛАВИАТУРЫ ДЛЯ ОДНОРУЧНОЙ ПЕЧАТИ НА ПРИМЕРЕ ПРОФЕССИИ ТРЕЙДЕРА

OPTIMIZATION OF KEYBOARD LAYOUT FOR ONE-HANDED TYPING ON THE EXAMPLE OF TRADER PROFESSION

**B. Goryachkin
N. Korotkov**

Summary. Problem Statement. With the development of information technology, working on a computer has become part of the routine of many specialists in different fields. For example, professional traders, people who trade securities, constantly use a mouse for navigation and sometimes a keyboard to search for necessary financial instruments. Thus, in the process of work these specialists use only one hand for typing on the keyboard. Optimization of keyboard layout for one-handed typing will increase the efficiency of work of these specialists.

Objective. Develop an optimal keyboard layout for one-handed text input in English letters. Develop an algorithm that generates and evaluates layouts according to specified criteria. Analyze the advantages and disadvantages of existing well-known English layouts QWERTY, DVORAC and COLEMAK. Explore the possibilities of constructing criteria for evaluating a layout.

Results. An algorithm for generating the optimal layout was developed. An algorithm for calculating the criteria was developed. The criteria such as «repetition», «vertical interleaving» and «remoteness» were selected as evaluation criteria. As a result of the algorithm, the derived layout is obtained. The evaluations of the derived layout and its favorability with respect to QWERTY, DVORAC and COLEMAK are justified.

Practical significance. Customization of keyboard layout for specific professional tasks allows to increase the efficiency of work of a number of specialists. The proposed algorithm for creating optimal keyboard layouts can be used for various professions that require typing with one hand.

Keywords: keyboard, layout, QWERTY, DVORAC, COLEMAK, one-handed typing, ergonomic analysis.

Горячкин Борис Сергеевич

кандидат технических наук, доцент,
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
bsgor@mail.ru

Коротков Никита Кириллович

Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
89096508173@mail.ru

Аннотация. Постановка проблемы. С развитием информационных технологий работа на компьютере стала частью рутины многих специалистов разных направлений. Так, например, профессиональные трейдеры — люди, торгующие ценными бумагами, постоянно используют мышь для навигации и иногда — клавиатуру для поиска необходимых финансовых инструментов. Таким образом, в процессе работы эти специалисты используют только одну руку для печатания на клавиатуре. Оптимизация раскладки клавиатуры для одноручной печати позволит повысить эффективность работы данных специалистов.

Цель. Разработать оптимальную раскладку клавиатуры для одноручного ввода текста английскими буквами. Разработать алгоритм, генерирующий и оценивающий раскладки по заданным критериям. Проанализировать преимущества и недостатки существующих известных английских раскладок QWERTY, DVORAC и COLEMAK. Исследовать возможности построения критериев оценки раскладки.

Результаты. Разработан алгоритм генерации оптимальной раскладки. Разработан алгоритм расчета критериев. В качестве оценочных критериев были выбраны такие критерии, как «повторение», «вертикальное чередование» и «удаленность». В результате работы алгоритма получена производная раскладка. Обоснованы оценки производной раскладки и её выгодность относительно QWERTY, DVORAC и COLEMAK.

Практическая значимость. Кастомизация раскладки клавиатуры для специфических профессиональных задач позволяет повысить эффективность работы ряда специалистов. Предложенный алгоритм создания оптимальных раскладок клавиатур может быть использован для различных профессий, которые требуют печатания одной рукой.

Ключевые слова: клавиатура, раскладка, QWERTY, DVORAC, COLEMAK, печать одной рукой, эргономический анализ.

Введение

В современном мире профессии, связанные с работой на компьютере, занимают значительное место в жизни общества. С увеличением объема информации и потребностью в ее обработке, навыки работы с цифровыми технологиями становятся все более актуальными.

Среди множества профессий можно выделить те, где работа за компьютером требует высокой продуктивности и сосредоточенности, а также специфического подхода к использованию инструментов. Одним из таких специфических подходов является использование компьютерной мыши при одновременной печати только одной рукой.

Люди, работающие в таких сферах, как IT, графический дизайн, онлайн-маркетинг, а также в секторе обслуживания клиентов, часто сталкиваются с необходимостью оптимизировать свою работу, чтобы успевать выполнять множество задач одновременно. В этом контексте использование клавиатуры одной рукой становится не только методом, но и важным навыком, позволяющим сохранять скорость и эффективность работы. [3]

Ярким примером профессии, где навык печатания одной рукой влияет на эффективность труда, является профессия трейдера — специалиста, занимающегося покупкой и продажей финансовых инструментов на финансовых рынках с целью получения прибыли. Данная профессия требует глубоких знаний в области финансов, аналитических навыков и способности быстро принимать решения. Однако, быстрое принятие решений является не единственным ключом к успеху, кроме того, часто бывает критически важно открыть нужный инструмент в кратчайшие сроки. Таким образом, оптимизация раскладки клавиатуры для наиболее быстрого набора названий финансовых инструментов (далее — тикеры) позволит повысить эффективность работы данных специалистов.

На всех мировых финансовых рынках тикеры записываются в виде сочетания больших латинских букв, например SBER, NASDAQ, BTC и др. Поэтому в данной работе будет рассмотрена оптимизация раскладки клавиатуры с английскими буквами.

Существует несколько популярных раскладок клавиатур с английскими буквами, каждая из которых была разработана с учетом удобства печатания двумя руками. Наиболее известные из них — это QWERTY, DVORAC и COLEMAK. Эти раскладки оптимизированы для того, чтобы минимизировать движения пальцев и повысить скорость набора текста, когда используются обе руки.

Как было обозначено выше, работа трейдера относится к тому типу работ, где основные действия за компьютером выполняются именно с помощью мыши, а набор текста является промежуточной задачей, которую наиболее оптимально было бы выполнять одной рукой. Очевидно, что использование клавиатур QWERTY, DVORAC и COLEMAK в данных условиях снижает эффективность печатания текста, и, как следствие, эффективность работы.

В связи с этим возникает задача создания клавиатуры, адаптированной именно под печатание одной рукой. Такая клавиатура должна учитывать уникальные особенности одноручного ввода. Это означает, что нужно будет переработать существующие раскладки с акцентом на удобный доступ к наиболее часто используемым буквам и символам, сократив при этом движения пальцев и минимизировав их утомление.

В данной работе в качестве датасета для оптимизации расположения клавиш будет использован список тикеров инструментов, торгующихся на Московской бирже [4]. Список состоит из 327 инструментов и приведен в приложениях к данной работе.

Таким образом, в данной работе будет рассмотрен алгоритм создания оптимальной раскладки английской клавиатуры для набора заданного словаря одной рукой.

Разделение клавиатуры на зоны печати

Раскладки клавиатуры QWERTY, DVORAC и COLEMAK предназначены для ввода текста на английском языке и имеют разные подходы к оптимизации ввода.

Классическое разделение клавиатуры на зоны при печатании двумя руками приведено на рис. 1. Такое разделение зон под каждый палец является наиболее эффективным при методе слепой десятипальцевой печати.

Для решения задач, поставленных в этой работе, необходимо предложить аналогичное разделение клавиатуры на зоны при печати одной рукой. Чтобы это сделать необходимо сформулировать критерии оценки качества, а также выбрать оптимальное положение руки на клавиатуре. Решению этих задач посвящены два последующих раздела данной работы.

Критерии оценки качества раскладки

Оценка эффективности раскладки производится исходя из следующих предположений:

1. Кисть имеет некоторые физиологические ограничения, из-за которых подвижность и общая скорость движения разных пальцев отличается. Так, мизинец обладает сниженной подвижностью и скоростью относительно всех пальцев, в то время как указательный палец — повышенной подвижностью.
2. Сокращение движения одного конкретного пальца за счет последовательного использования разных пальцев позволяет повысить скорость печати.
3. Обозначенная задача не требует снижения нагрузки на кисть, поскольку печатание не является постоянной задачей для трейдеров. Таким образом, нет необходимости вводить критерии оценки качества раскладки, связанные с усталостью руки.
4. С другой стороны, для решения поставленной задачи необходима максимальная скорость набора, соответственно, необходимо собрать критерии, характеризующие этот параметр.

Исходя из этих предположений были отобраны следующие критерии оценки эффективности раскладки клавиатуры:

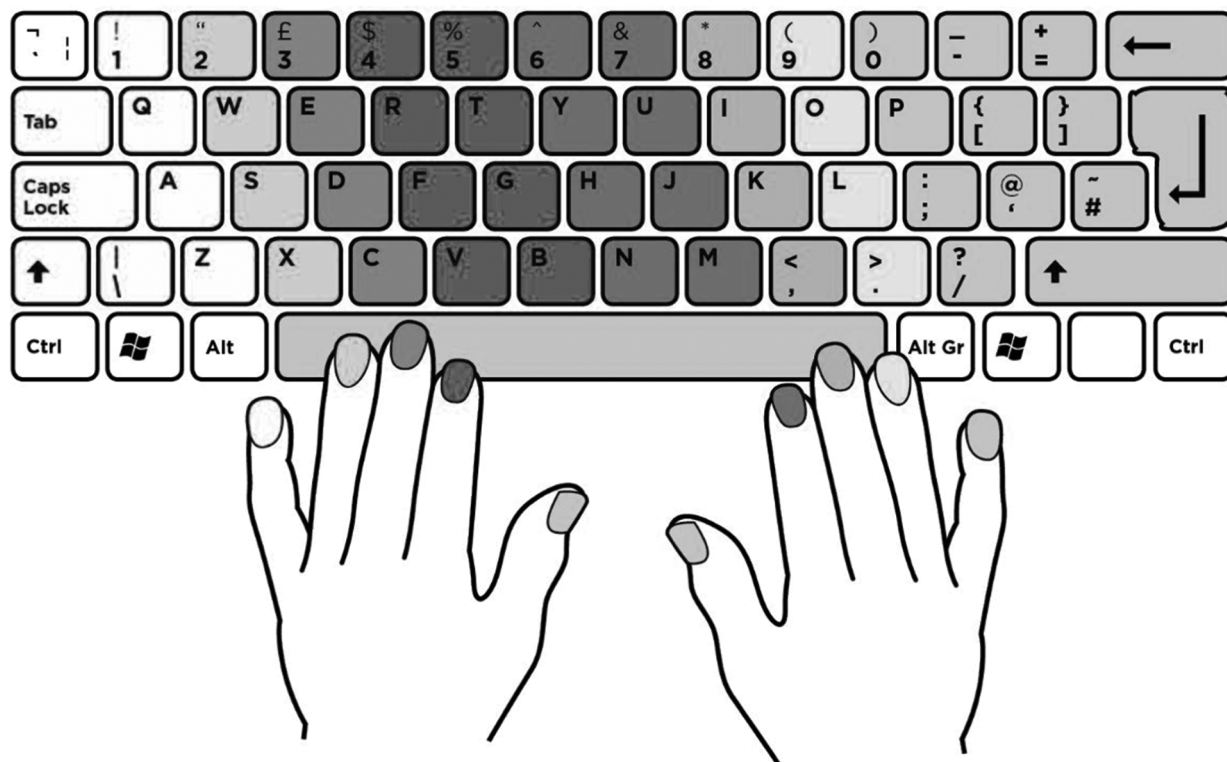


Рис. 1. Разделение клавиатуры на зоны печати слепым десятипальцевым методом

1. Критерий «Повторение»

В случае, если последовательные символы одного слова находятся в зоне печати одного пальца, скорость печати снижается. Последовательные символы необходимо разнести в зоны печати разных пальцев, а значение этого критерия необходимо минимизировать.[6]

2. Критерий «Вертикальное чередование»

Даже если символы относятся к зонам печати разных пальцев, потеря скорости печати может происходить из-за переноса кисти от верхней к нижней части клавиатуры. Соответственно, минимизировав количество таких движений, достигается повышение средней скорости печатания. Критерий «Вертикальное чередование» также необходимо минимизировать.

3. Критерий «Удаленность»

Как было упомянуто выше, пальцы рук обладают разной подвижностью и скоростью. Кроме того, при разделении клавиатуры на зоны различные пальцы получают разное количество клавиш. Таким образом, доступность разных клавиш на клавиатуре может заметно различаться. Особенно это актуально для случаев одноручного ввода, когда пользователь совершает также движения кистью к краям клавиатуры.

Для оценки сложности нажатия на клавишу будет предложена матрица весов. Алгоритм расчета весов

и оценка наиболее эффективного расположения руки на клавиатуре приведены в следующем разделе.

Определение оптимального положения руки на клавиатуре

При создании деления клавиатуры под одну руку необходимо учесть следующие факторы:

1. Очевидно, что одна рука не может покрыть всю площадь клавиатуры без движения кисти. На каждой предложенной схеме будут выделены зоны (обозначенные розовым цветом), печатание в которых подразумевает перенос кисти над клавиатурой. В розовые зоны необходимо выносить наименее частотные символы.
2. Разные пальцы имеют разную подвижность и эффективность. Таким образом, для мизинца в силу его сниженной подвижности выделяется небольшая зона с наименее популярными символами, в то время как указательному пальцу — большая зона с наиболее популярными символами.
3. Буква Р, расположенная на клавиатуре QWERTY в правом верхнем углу, перемещена на место символа «<» для снижения количества перемещений кисти.
4. Отметим, что предложенное расположение зон ориентировано на людей, держащих компьютерную мышь в правой руке. В случаях использования мыши левой рукой, а клавиатуры — правой соответственно, подразумевается зеркальное расположение зон печати.

Поскольку основная задача оптимизации клавиатуры в данной работе — достижение максимальной скорости печатания, а одна рука не может перекрыть всю площадь клавиатуры, необходимо рассмотреть все возможные варианты расположения руки и оценить их эффективность с помощью критерия «Удаленность».

На рис. 2–6 приведены все возможные варианты расположения руки над клавиатурой на примере клавиату-

ры QWERTY, где белые клавиши соответствуют мизинцу, светло-серые — безымянному пальцу, черные — среднему, серые — указательному, а светло-серые — зона, требующая переноса кисти.

Далее необходимо провести оценку всех полученных раскладок с помощью формирования матриц весов. В качестве ключевого параметра выбрано время, затрачиваемое на нажатие клавиши. В качестве значения ве-

~	!	@	#	\$	%	^	&	*	(	)	-	+	Backspace
Tab	Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P	{	}	\
Caps Lock	A	S	D	F	G	H	J	K	L	:	"	;	Enter
Shift	Z	X	C	V	B	N	M	<	>	?	/	Shift	
Ctrl	Win	Alt									Alt	Win	Menu Ctrl

Рис. 2. Положение №1 руки на клавиатуре

~	!	@	#	\$	%	^	&	*	(	)	-	+	Backspace
Tab	Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P	{	}	\
Caps Lock	A	S	D	F	G	H	J	K	L	:	"	;	Enter
Shift	Z	X	C	V	B	N	M	<	>	?	/	Shift	
Ctrl	Win	Alt									Alt	Win	Menu Ctrl

Рис. 3. Положение №2 руки на клавиатуре

~	!	@	#	\$	%	^	&	*	(	)	-	+	Backspace
Tab	Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P	{	}	\
Caps Lock	A	S	D	F	G	H	J	K	L	:	"	;	Enter
Shift	Z	X	C	V	B	N	M	<	>	?	/	Shift	
Ctrl	Win	Alt									Alt	Win	Menu Ctrl

Рис. 4. Положение №3 руки на клавиатуре

~	!	@	#	\$	%	^	&	*	(	)	-	+	Backspace
Tab	Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P	{	}	
Caps Lock	A	S	D	F	G	H	J	K	L	:	"	;	Enter
Shift	Z	X	C	V	B	N	M	<	>	?	/	Shift	
Ctrl	Win	Alt								Alt	Win	Menu	Ctrl

Рис. 5. Положение №4 руки на клавиатуре

~	!	@	#	\$	%	^	&	*	(	)	-	+	Backspace
Tab	Q	W	E	R	T	Y	U	I	O	P	{	}	
Caps Lock	A	S	D	F	G	H	J	K	L	:	"	;	Enter
Shift	Z	X	C	V	B	N	M	<	>	?	/	Shift	
Ctrl	Win	Alt								Alt	Win	Menu	Ctrl

Рис. 6. Положение №5 руки на клавиатуре

сов выбраны степени двойки. Значения присваиваются клавишам по ряду следующих принципов:

Учтена длина пальцев. Так, указательный палец имеет наибольшую подвижность, средний палец — наибольшую длину, безымянный палец — среднюю длину и среднюю подвижность, а мизинец — наименьшую длину и подвижность. Для учета этих особенностей введен дополнительный вес для клавиш мизинца. Учтены временные затраты на перенос пальца по вертикали. Так нажатие на средний ряд клавиатуры имеет наименьший вес, на верхний ряд — немного больше, за исключением мизинца, и нижний ряд — самые большие веса.

Учтены затраты на перенос кисти над клавиатурой. Так, смещение кисти на один столбец в одну из сторон также привносит дополнительный вес.

Таким образом были получены следующие матрицы:

Таблица 1.

Матрица весов для положения № 1

16	1	0	1	8	16	32	64	128
4	0	0	0	0	4	8	16	32
8	2	4	2	8	16	32	64	

Таблица 2.

Матрица весов для положения № 2

32	16	1	0	1	8	16	32	64
8	4	0	0	0	0	4	8	16
16	8	2	4	2	8	16	32	

Таблица 3.

Матрица весов для положения № 3

64	32	16	1	0	1	8	16	32
16	8	4	0	0	0	0	4	8
32	16	8	2	4	2	8	16	

Таблица 4.

Матрица весов для положения № 4

128	64	32	16	1	0	1	8	16
32	16	8	4	0	0	0	0	4
64	32	16	8	2	4	2	8	

Таблица 5.

Матрица весов для положения № 5

256	128	64	32	16	1	0	1	8
64	32	16	8	4	0	0	0	0
128	64	32	16	8	2	4	2	

Для определения оптимального расположения руки просуммируем веса из таблиц:

Таблица 6.

Результат сравнения матриц весов

Положение №1	Положение №2	Положение №3	Положение №4	Положение №5
466	298	298	466	886

Итого, положение руки №2 принимаем как оптимальное и используем в дальнейшей работе для расчета критериев и создания оптимальной раскладки. Сравнение всех положений рук приведено на рис. 7.

Оценка эффективности разных клавиатур для поставленной задачи

Для оценки эффективности будут использованы критерии, выделенные в предыдущем разделе.

1. Повторение.

На основе словаря производится расчет суммы переходов внутри каждой зоны. Отношение полученной

суммы к общему количеству переходов будет значением критерия.

2. Вертикальное чередование

На основе словаря производится расчет количества переходов, при которых необходимо перемещать пальцы с верхней строки клавиатуры на нижнее. Значением критерия является отношение полученного количества к общему количеству переходов.

3. Удаленность

На основе словаря производится создание матрицы нажатий. Значения матрицы нажатий умножаются на соответствующие значения из матрицы весов, после чего получают сумму произведений. Значением критерия является отношение суммы произведений к общему количеству переходов.

Наиболее эффективной клавиатурой будет считаться та, у которой сумма параметров будет минимальной.

Для оценки клавиатур был разработан алгоритм, рассчитывающий необходимые критерии по заданному расположению клавиш. Результаты работы алгоритма для стандартных клавиатур приведены на рис. 8–10.

Далее, на основе всего вышесказанного, генерируем новую раскладку клавиатуры. Оптимальной считается раскладка, которая минимизирует значения всех приведенных критериев, учитывая матрицу весов нажатий, приведенную выше.

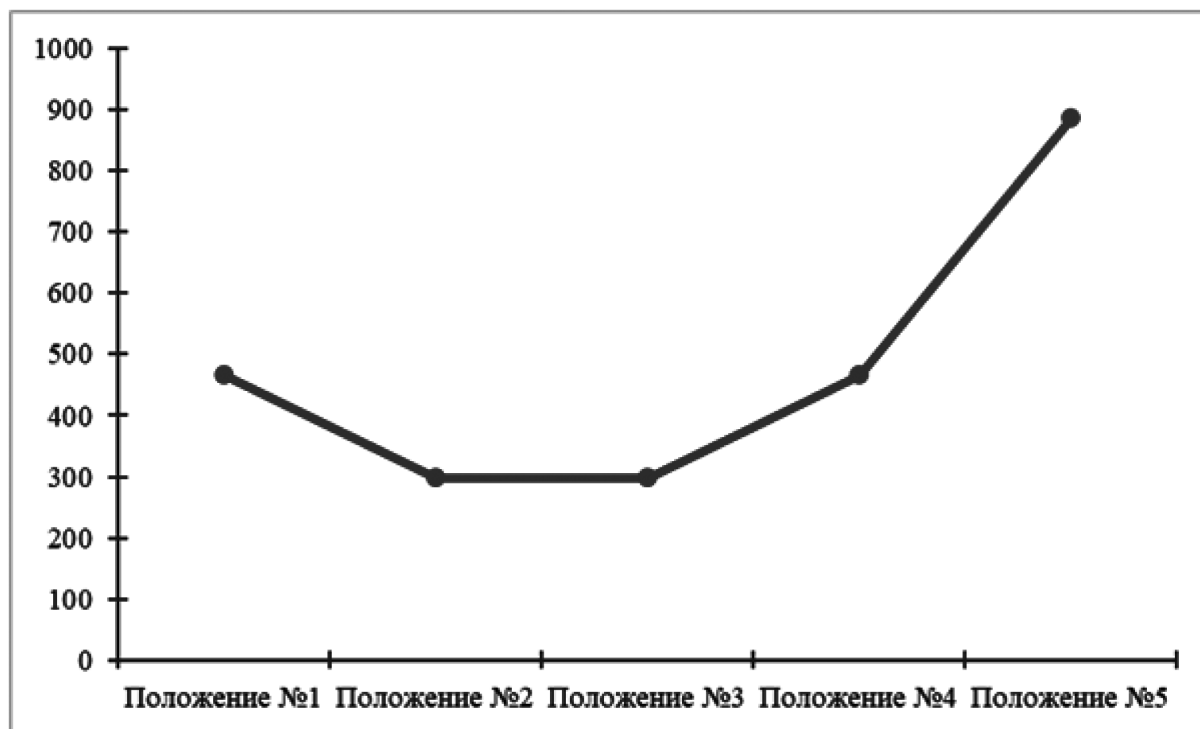


Рис. 7. Сравнение положений руки на клавиатуре

Введите текст: *afks aflt alrs banep chmf fees gazp gmkn hydr irao lkoh*

Оптимизированная раскладка клавиатуры:

q w e r t y u i o p
a s d f g h j k l
z x c v b n m

Статистика:

Общее время для печати всех слов: 3602.41
Среднее время для печати слова: 11.02
Общее количество перемещений: 1033
Соотношение переходов с верхней строки на нижнюю и наоборот: 0.19
Соотношение переходов в одном столбце подряд: 0.06

Рис. 8. Оценка эффективности клавиатуры QWERTY по заданным критериям

Введите текст: *afks aflt alrs banep chmf fees gazp gmkn hydr irao lkoh*

Оптимизированная раскладка клавиатуры:

- - - p y f g c r l
a o e u i d h t n s
- q j k x b m w v z

Статистика:

Общее время для печати всех слов: 3919.32
Среднее время для печати слова: 11.99
Общее количество перемещений: 1033
Соотношение переходов с верхней строки на нижнюю и наоборот: 0.17
Соотношение переходов в одном столбце подряд: 0.07

Рис. 9. Оценка эффективности клавиатуры Dvorac по заданным критериям

Введите текст: *afks aflt alrs banep chmf fees gazp gmkn hydr irao lkoh*

Оптимизированная раскладка клавиатуры:

q w f r g j l u y
a r s t d h n e i o
z x c v b k m

Статистика:

Общее время для печати всех слов: 3303.28
Среднее время для печати слова: 10.10
Общее количество перемещений: 1033
Соотношение переходов с верхней строки на нижнюю и наоборот: 0.11
Соотношение переходов в одном столбце подряд: 0.07

Рис. 10. Оценка эффективности клавиатуры Colemak по заданным критериям

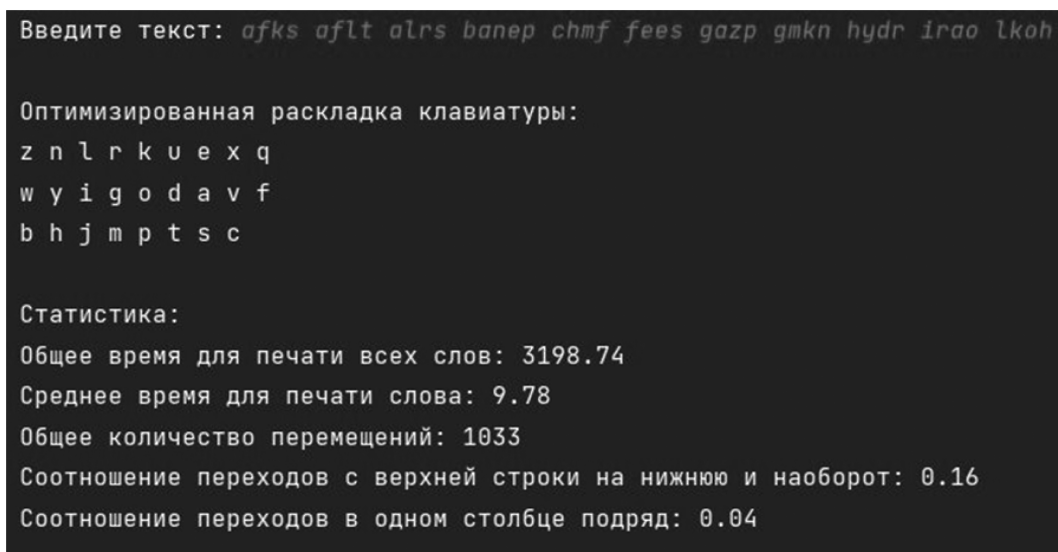


Рис. 11. Оценка эффективности сгенерированной клавиатуры по заданным критериям

Полученная раскладка и ее оценки приведены на рис. 11.

Для сравнения полученных результатов примем раскладку QWERTY в качестве эталонной в виду ее широкой распространенности. Результаты сравнения всех раскладок приведены в таблице 7.

Таким образом была получена средняя оценка всех рассмотренных раскладок. Сгенерированная в данной работе клавиатура показывает хороший результат относительно стандартных раскладок, однако не отличается от них значительно. Сравнение сумм урловешенных значений критериев для всех рассмотренных раскладок клавиатур приведены на рис. 12.

Выводы

В данной работе были рассмотрены подходы к оптимизации печатания одной рукой. В качестве модели была выбрана работа трейдера, а в качестве датасета (словаря) — набор названий финансовых инструментов Московской биржи.

В результате было найдено оптимальное расположение руки на клавиатуре, при котором сумма значений весов клавиш является наименьшей.

Также были оценены стандартные раскладки QWERTY, DVORAC и COLEMAK по критериям «Удаленность», «Повторение» и «Вертикальное чередование». Для решения поставленной задачи наиболее подходящей является раскладка COLEMAK, наименее подходящей — DVORAC.

С помощью алгоритма была сгенерирована новая раскладка, минимизирующая заданные критерии. Значение критериев в данной раскладке оказалось немного лучше, чем в COLEMAK, однако, разница между результатами не слишком велика.

Данный алгоритм не зависит от языка и может быть адаптирован под различные профессии, где присутствует необходимость печатания одной рукой.

Таблица 7.

Результаты сравнения раскладок

Критерий	QWERTY		Dvorac		Colemak		Сгенерированная клавиатура	
	значение критерия	урловешенное значение	значение критерия	урловешенное значение	значение критерия	урловешенное значение	значение критерия	урловешенное значение
Удаленность	11,02	1	11,99	1,09	10,1	0,92	9,78	0,89
Вертикальное чередование	0,19	1	0,17	0,89	0,11	0,58	0,16	0,84
Повторение	0,06	1	0,07	1,17	0,07	1,17	0,04	0,67
Сумма		3		3,15		2,66		2,4

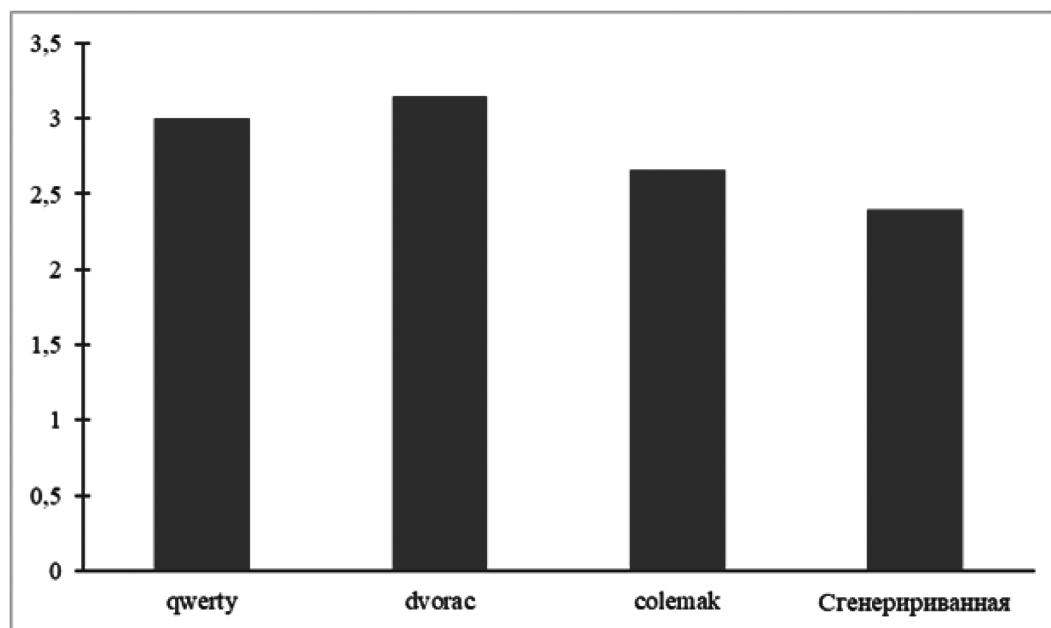


Рис. 12. Сравнение сумм уравнированных значений критериев

ЛИТЕРАТУРА

1. QWERTY // Википедия. 2024.
2. Dvorak keyboard layout // Wikipedia. 2025.
3. One-Handed Touch Typing on a QWERTY keyboard: Human–Computer Interaction: Vol 11, No 1 [Электронный ресурс]. URL: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327051hci1101_1 (дата обращения: 06.01.2025).
4. Московская Биржа — Список ценных бумаг // Московская Биржа [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moex.com> (дата обращения: 06.01.2025).
5. Colemak [Электронный ресурс]. URL: <https://colemak.com/> (дата обращения: 07.01.2025).
6. Алгоритмы создания производных эргономичных раскладок клавиатуры [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmy-sozdaniya-proizvodnyh-ergonomichnyh-raskladok-klaviatury/viewer> (дата обращения: 03.01.2025).

© Горячкин Борис Сергеевич (bsgor@mail.ru); Коротков Никита Кириллович (89096508173@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»