

Результаты тестирования обрабатываются согласно внутренним алгоритмам в контроллере и используются для уточнения рекомендаций по выбору профессии. Так, например, из полученных ответов в тесте «Предпочтения школьных предметов» формируется матрица $Disc(i,k)$, $i=1,17$, $k=1,2$. Для обработки данных строится вектор $t(j)$, $j=1,18$ на основе статичной матрицы $School(i,k)$, $i=1,17$, $k=1,18$ со значениями весов для соотнесения школьных предметов и сфер деятельности. После этого полученные данные о результатах прохождения теста путем аддитивной свертки с соответствующим весом соотносятся со сферами деятельности.

Первая апробация предложенного подхода осуществлена на примере проблематики подбора профессий [4]. Выполненная корректировка web-приложения существенно улучшила интерфейс сайта и сделала процесс прохождения тестов для пользователя более лояльным.

Литература

1 Осипенко, Н. Б. Метод синтеза результатов психологических тестирований в задаче принятия стратегических решений на примере профориентации / Н. Б. Осипенко, А. Н. Осипенко, Ю. А. Слепенко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2018. – № 3 (108). – С. 112–116.

2 Слепенко, Ю. А. Клиент-серверное web-приложение «Подбор решений с учетом индивидуальности человека» / Ю. А. Слепенко [и др.] // Творчество молодых 2017: сборник научных работ студентов и аспирантов УО «ГГУ им. Ф. Скорины»: в 2 ч. / Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины; отв. ред. О. М. Демиденко. – Гомель, 2017. – Ч. 1. – С. 218–223.

3 Слепенко, Ю. А. Структура базы данных для решения задач экспресс-подбора наиболее подходящих человеку профессий / Ю. А. Слепенко, А. Н. Осипенко, Н. Б. Осипенко / Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы XIX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов, Гомель, 21–23 марта 2016 г.: в 2 ч. / Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины; редкол.: О. М. Демиденко (гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2016. – Ч. 2. – С. 67–68.

4 Осипенко, А. Н. Автоматизация диагностики потенциальных качеств человека при выборе профессии / А. Н. Осипенко, Н. Б. Осипенко, Ю. А. Слепенко // Проблемы физики, математики и техники. – 2016. – №3(28). – С. 88–96.

УДК 004.78

И. В. Тимохин

СРАВНЕНИЕ СЕРВИСОВ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

В статье сравниваются сервисы, используемые для выполнения вычислений в тех случаях, когда локальные машины не могут применяться. Сопоставляются наиболее крупные сервисы, предоставляющие виртуальные машины, по техническим характеристикам и цене. Описываются возможные варианты снижения стоимости ресурсов. Приводится соотнесение сервисов для запуска вычислений в блокнотах (computational notebook), включая и бесплатные сервисы.

При выполнении работы исследователь может столкнуться с необходимостью выполнить большой объем вычислений: больший, чем можно быстро обработать на доступных мощностях. В таком случае можно прибегнуть к использованию различных сервисов, которые предлагают вычислительные мощности.

Сервисы будут сравниваться по следующим критериям: стоимость, поддерживаемые языки программирования, установка сторонних библиотек, накладываемые ограничения, количество предоставляемых ресурсов ОЗУ, ЦПУ и графического процессора (GPU). Стоимость услуг сервисов может меняться в зависимости от выбранного физического расположения машин, предварительного резервирования ресурсов и размера налогов, собираемых с пользователей услуг.

В отличие от ЦПУ графический процессор состоит из значительного большего числа ядер, таким образом на несколько порядков ускоряются вычисления в некоторых задачах, включая связанные с обработкой изображений и матриц.

Виртуальные машины позволяют самостоятельно устанавливать различное программное обеспечение и полностью управлять машиной и её ресурсами. К наиболее известным сервисам, предоставляющим виртуальные машины, относятся Amazon Web Services (AWS), Google Cloud и Microsoft Azure.

AWS [1] предоставляет большой выбор виртуальных машин с различными характеристиками, сгруппированными по типу. В таблице 1 для машин AWS приводится стоимость работы за час в регионе US East (Ohio) при выделении машины «по запросу» (on-demand). AWS позволяет арендовать мощности до 6 часов из неиспользуемых в настоящий момент машин (spot instances), в таком случае скидка составляет до 30–50% по сравнению с выделением машин по запросу.

Таблица 1 – Сравнение сервисов виртуальных машин

Название продукта	Ядра ЦПУ		Доступная ОЗУ, ГБ	Графический процессор			Стоимость, долларов США в час
	Частота, ГГц	Количество		Тип	Количество	Доступная память, ГБ	
AWS t3.medium (24 CPU-кредита)	2,5	2	4	Нет			0,0376
AWS t3.2xlarge (192 CPU-кредита)	2,5	8	32	Нет			0,3008
AWS c5.large	3	2	4	Нет			0,085
AWS c5.18xlarge	3	72	144	Нет			3,06
AWS p3.2xlarge	2,3	8	61	V100	1	16	3,06
AWS p3.16xlarge	2,3	64	488	V100	8	128	24,48
AWS g3.4xlarge	2,3	4	30,5	M60	1	8	1,14
AWS g3.16xlarge	2,3	64	488	M60	4	32	4,56
Azure F1	2,3	1	2	Нет			0,0787
Azure F16	2,3	16	32	Нет			0,825
Azure NC6	2,6	6	56	K80	1	12	0,929
Azure NC24	2,6	24	224	K80	4	48	3,629
Google Cloud		1					0,031611
Google Cloud			1				0,004237
Google Cloud				T4	1	16	0,95
Google Cloud				V100	1	16	1,46
Google Cloud				K80	1	12	0,45

Машины T3 являются «сбалансированными» машинами для различного рода задач, работающими с 2,5 ГГц процессорами Intel. На машины T3 накладываются ограничения по использованию ЦПУ: каждая машина за час работы накапливает определённое количество CPU-кредитов, затем за каждую минуту времени использования ЦПУ выше порога списывается 1 CPU-кредит. В таблице 1 для каждой машины T3 рядом с названием указано количество CPU-кредитов, предоставляемых

каждый час. Машины C5 оптимизированы для интенсивных вычислений и работают с 3 ГГц процессорами Intel Xeon Platinum. Машины P3 и G3 работают с 2,3 ГГц процессором Intel Xeon, при этом машины P3 работают с видеокартами NVIDIA Tesla V100, а машины G3 – с видеокартами NVIDIA Tesla M60.

Microsoft Azure [2], как и AWS, предоставляет большой выбор различных виртуальных машин. В таблице 1 приводится стоимость для виртуальных машин в регионе East US с операционной системой Linux и почасовой оплатой. Microsoft Azure предоставляет скидки при оплате машины на один или три года вперед. Машины серии F предназначены для интенсивных вычислений и работают с 2,4 ГГц процессорами Intel Xeon. Машины серии NC работают с видеокартами NVIDIA Tesla K80 и предназначены для удаленной визуализации данных, машинного обучения и предсказательного анализа.

Google Cloud [3] в отличие от AWS и Microsoft Azure позволяет самостоятельно выбирать характеристики для каждой машины в отдельности в зависимости от потребностей. Использование ЦПУ, ОЗУ и графического процессора в Google Cloud тарифицируется посекундно, начиная с первой минуты, первая минута при этом оплачивается полностью. При использовании ресурса в течение продолжительного времени применяется скидка, которая достигает 30% при использовании ресурса в течении всего месяца. Google Cloud используют различные ЦПУ с базовой частотой от 2 до 2,6 ГГц, предоставляется возможность задать конкретный тип ЦПУ при необходимости. В таблице 1 различные компоненты Google Cloud приводятся в отдельности.

Блокнотный интерфейс сочетает в себе функционал текстовых редакторов и тех языков программирования, которые поддерживаются конкретным блокнотом (notebook). Примеры известных блокнотов включают в себя Apache Zepellin, MATLAB live script, R Markdown, Jupyter Notebook. Ноутбучный интерфейс позволяет легко экспериментировать с различными подходами и параметрами в процессе исследования задачи, а также упрощает процесс документирования процесса. Ниже рассматриваются различные сервисы для запуска блокнотов, в таблице 2 представлено сравнение сервисов, предоставляющих бесплатные ресурсы для запуска блокнотов.

Google Colaboratory [4] (также известный как Google Colab) представляет собой «бесплатную среду для Jupyter Notebook, которая не требует настройки и полностью работает в облаке», поддерживает Python 2.7 и 3.6, предоставляет предустановленные библиотеки PyTorch, Keras, TensorFlow, OpenCV, даёт возможность производить вычисления на графическом процессоре NVIDIA Tesla K80 на протяжении 12 часов, а также так называемом тензорном процессоре. Ограничения по использованию ОЗУ – 20 ГБ. Читать данные в блокнотах можно из Google Drive, Google Cloud Storage.

Таблица 2 – Сравнение бесплатных сервисов для запуска блокнотов

Сервис	Поддержка языков программирования	Ограничения			
		по времени	ЦПУ	ОЗУ	графический процессор
Google Colab	Python 2, 3	12 часов		20 ГБ	NVIDIA Tesla K80
Azure Notebooks	Python 2, 3; R; F#			4 ГБ	Нет
Kaggle Kernel	Python 3.6	9 часов	4 ядра	17 ГБ	Нет
			2 ядра	14 ГБ	NVIDIA Tesla P100
Datalore community	Python 3	120 часов в месяц	2 ядра	4 ГБ	Нет

Microsoft Azure Notebooks [5] является «бесплатным сервисом для разработки и запуска Jupyter Notebook в облаке без установки», поддерживает Python 2.7, 3.6, R, F#. Блокноты с Python поддерживают Anaconda. Azure Notebooks позволяют конфигурировать окружение, в котором запускается код, включая используемые библиотеки. Ограничения по использованию ОЗУ – 4 ГБ.

Kaggle Kernel [6] позволяет бесплатно запускать RMarkdown скрипты и Jupyter notebook. Возможно использовать выходные данные одного блокнота в качестве входных данных другого блокнота. Для каждого блокнота выделяется 9 часов для исполнения. При запуске вычислений на ЦПУ выделяется 4 ядра и 17 ГБ ОЗУ. При запуске на графическом процессоре выделяется 2 ядра ЦПУ, 14 ГБ ОЗУ и 1 графический процессор NVIDIA Tesla P100. Доступ к графическому процессору ограничен и в периоды нагрузки, запрос помещается в очередь.

Сервис JetBrains Datalore [7] построен поверх Amazon Web Service и позволяет исполнять блокноты собственного формата, поддерживается импорт и экспорт Jupyter блокнотов. Каждый месяц предоставляется 120 часов ЦПУ для вычислений для запуска блокнотов на машинах t2.medium сервиса AWS. При работе с Datalore сервис автодополнений работает лучше, чем в обычном Jupyter Notebook. Есть поддержка автоматического обновления блокнота: при изменении значения одной ячейки все зависимые ячейки будут пересчитаны.

Сервис FloydHub позволяет запускать блокноты, использующие библиотеку PyTorch и TensorFlow, при этом в отличие от вышеперечисленных сервисов, FloydHub не предоставляет бесплатного объема ресурсов. Цены за 1 час NVIDIA Tesla K80 составляет \$1,17, за час NVIDIA Tesla V100 – \$4,17.

Сервис Paperspace, как и сервис FloydHub, является полностью платным сервисом. В зависимости от выбранных характеристик цена за 1 час машины с графическим процессором составляет от \$0,51 до \$2,30.

Таким образом, можно говорить, что существует большое число сервисов, в том числе бесплатных, которые можно использовать для выполнения вычислений. Выбор сервиса для выполнения вычислений зависит от конкретной ситуации.

Литература

1 AWS Pricing [Electronic resource] // URL: <https://aws.amazon.com/pricing/>. – Date of access: 10.05.2019.

2 Microsoft Azure Cloud Computing Platform & Services [Electronic resource] // URL: <https://azure.microsoft.com/en-us/>. – Date of access: 10.05.2019.

3 Price List | Google Cloud [Electronic resource] // URL: <https://cloud.google.com/pricing/list>. – Date of access: 10.05.2019.

4 Google Colaboratory [Electronic resource] // URL: <https://colab.research.google.com>. – Date of access: 10.09.2019.

5 Azure Notebooks Documentation [Electronic resource] // URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/notebooks/>. – Date of access: 10.05.2019.

6 Kernel documentation | Kaggle [Electronic resource] // URL: <https://www.kaggle.com/docs/kernels>. – Date of access: 10.05.2019.

7 Datalore [Electronic resource] // URL: <https://datalore.io/>. – Date of access: 10.05.2019.

8 FloydHub [Electronic resource] // URL: <https://www.floydhub.com/>. – Date of access: 10.05.2019.

9 Paperspace Pricing [Electronic resource] // URL: <https://www.paperspace.com/pricing>. – Date of access: 10.05.2019.