

УДК 681.51

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ, ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ФОТОННОГО КОМПЬЮТЕРА**

А.А.Бочаров

аспирант 1 года обучения,

Академия экономики и управления

ЧОУ ВО ЮУ (ИУБиП)

*a.a.bocharov1980@gmail.com*

Научный руководитель

С.О. Крамаров

д. ф-м. н., профессор

Исполнительный директор Общественной организации

"Межрегиональная ассоциация образовательных организаций

высшего образования" (ОО "МАООВО")

Аннотация: Статья посвящена достижениям, новым идеям и проблемам, связанным с созданием полностью оптического компьютера, в котором свет управлял бы светом, а информацию переносил бы фотон вместо электрона.

Ключевые слова: Фотонный компьютер, оптический процессор, аппарат нечетких систем, нечетко-логический вывод.

## **CURRENT STATE ANALYSIS, DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF PHOTONIC COMPUTER**

A.A. Bocharov

Scientific advisor

S.O. Kramarov

Abstract: The article is devoted to the achievements, new ideas and the problems associated with the creation of an all-optical computer, in which the light to control light, and the information would bore the photon instead of the electron.

Keywords: Photon computer, an optical processor, the device of fuzzy systems, fuzzy inference.

Развитие науки и техники идет по пути быстрого и постоянно увеличивающегося роста потока информации, подлежащего переработке и

использованию, и решение данной проблемы многим исследователям видится в привлечении оптических технологий. В наш век высоких технологий очень большое значение имеют обработка и передача информации в больших объемах и с очень высокими скоростями.

Наиболее распространенный сейчас метод обработки и передачи информации основан на кремниевых технологиях. При этом информация передается за счет потока электронов. Однако эта технология имеет свои ограничения. Размер современных электронных устройств достиг нескольких десятков нанометров и приближается к своему критическому значению, поскольку на таких масштабах все большую роль начинают играть квантовые явления. Кроме того, в таких миниатюрных элементах выделяется гигантское количество тепла. Например, современный суперкомпьютер потребляет мощности порядка сотен мегаватт, что, конечно, очень много.

Альтернативой электронным вычислениям являются фотонные, в которых для передачи и обработки информации используют уже не электроны, а фотоны.

С точки зрения создания качественно новых высокопроизводительных вычислительных систем можно перечислить, например, нанокomпьютеры, оптические, квантовые, молекулярные (клеточные и ДНК-процессоры), коммуникационные, нейронные компьютеры и компьютеры с многозначной (нечеткой) логикой.

Наиболее перспективными (поскольку современная элементная и технологическая база имеет все необходимое для их создания) считаются оптические, квантовые и нейронные компьютеры.

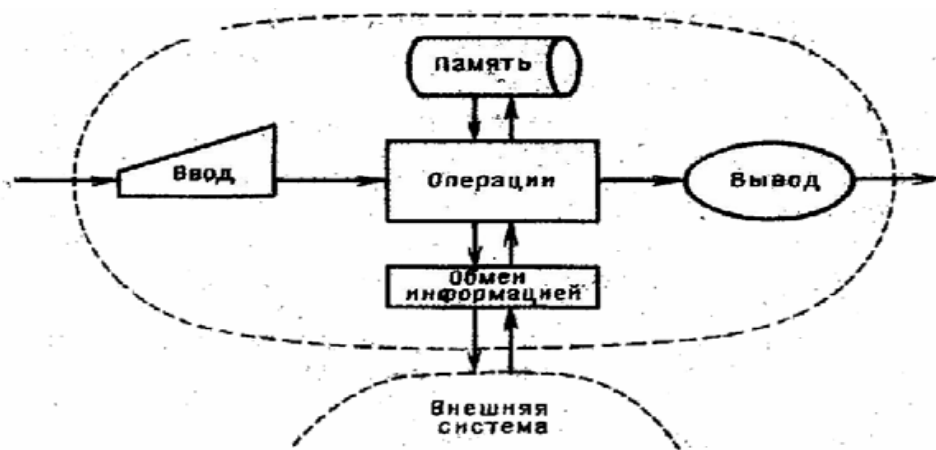


Рис. 1. Концептуальная схема компьютера.

Вычислительные устройства, которые работают на световых волнах называют фотонными компьютерами. Принцип работы такого устройства основан на оптических платах микрофотоники по сути ничем не отличается от электронного компьютера, вот только в качестве несущей информации выступает световая волна.

Преимущества оптических технологий для задач передачи, записи, обработки и хранения информации:

- частота оптического излучения составляет  $10^{12} \dots 10^{16}$  Гц, что позволяет создать до  $10^5$  информационных каналов со спектральной шириной 100 ГГц;
- • передача информации фотонами происходит со скоростью света =  $3 \cdot 10^{10}$  см/с, в то время как скорость распространения электрического импульса по чипу определяется временем перезарядки цепи и составляет величину в 20-30 раз меньше скорости света;
- большое число световых пучков могут свободно проходить по одной и той же области пространства, пересекаться и из-за отсутствия у фотонов электрического заряда не влиять друг на друга;
- использование двумерного (изображения) и трехмерного (голограммы) характера световых полей позволяет значительно увеличить плотность и скорость передачи информации;
- возможна когерентная обработка информации с использованием фазовых соотношений;

- два состояния поляризации (горизонтальная и вертикальная или круговая, по левому или правому кругу) увеличивают вдвое объем переносимой информации;
- оптическая система практически не излучает во внешнюю среду, обеспечивая защиту от перехвата информации и нечувствительна к электромагнитным помехам [2].

Не взирая на обилие преимуществ такого принципа работы стоит острая технологическая проблема в создании такого устройства, и одна из многих это разработка фотонного транзистора.

Сегодня существуют материалы, которые в зависимости от мощности направленного фотонного потока изменяют свою структуру и коэффициент преломления световой волны. Такие транзисторы представляют собой синтетический материал напоминающий волоконно-оптическую структуру. При пропускании пучка фотонов через такой проводник световая волна имеет определенный угол преломления на выходе. Чем больше интенсивность потока на входе, тем больше угол преломления.

Так же актуальна и проблема хранения информации в фотонном виде. Для поддержания информационного состояния (0,1) необходим постоянный источник света, например миниатюрный лазер.

Поэтому на сегодняшний день используют комплексный подход для передачи и хранения информации. Так передача и обработка осуществляется за счет технологий фотоники, а хранение по средствам привычных нам электронных технологий.

Поскольку только одна фирма в мире создала коммерческий оптический процессор, который можно купить, а не только посмотреть на него и сказать: «Как быстро он работает!», о нем мы сейчас и поговорим. Данный процессор называется EnLight 256 и создала его фирма Lenslet. EnLigth256 – это первый оптический DSP (DigitalSignalProcessor), превосходящий в три раза лучшие электронные DSP. Вообще-то, если уже быть предельно точным, то EnLight256 – это гибридный оптический

процессор – он же не весь полностью оптический, а содержит преобразователи. Но на сегодняшний день полностью создать оптический компьютер не то чтобы очень сложно, а очень дорого. К тому же неизвестно, как он будет работать. А тут мы меняем только ядро (ведь все остальное остается таким же – электрическим) и получаем огромный прирост производительности. Ядро этого процессора – оптическое, а входная и выходная информация представляется в электронном виде. Ядро состоит из 256 VCSEL-лазеров, пространственного модулятора света, набора линз и приемников. Производительность процессора составляет 8 триллионов операций в секунду: за один такт (8 нс) процессор умножает 256-байтный на матрицу 256x256 [2].

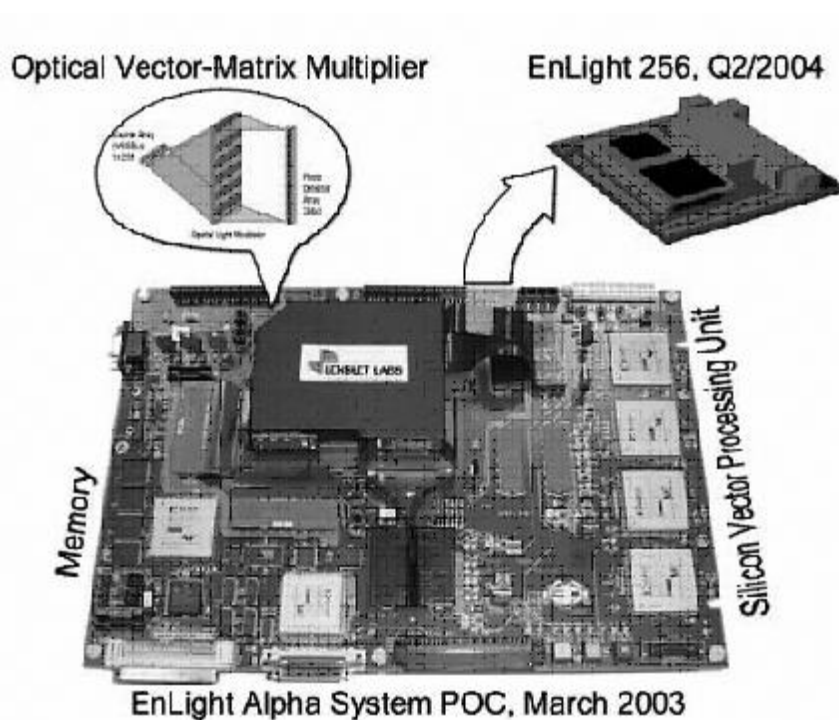


Рис.2. Внешний вид процессора Enlight256.

Данная технология использует оптическое ядро, а входная и выходная информация представляется в электронном виде. Такая организация позволяет использовать лучшее из оптического и электрического миров. Оптическая матрица VMM (Vector-Matrix Multiplication) – ядро процессора – конвертирует электрическую информацию в свет, затем производит необходимые преобразования этой информации (вычислительные операции), направляя свет через программируемую внутреннюю оптику. Свет, который

появляется на выходе, ощущается множеством датчиков и преобразуется обратно в электрический сигнал.

Где сейчас используется EnLight256? Основные сферы его применения – это военная промышленность и обработка видео в реальном времени – обе сферы требуют высокой производительности. Если при вычислении угла отклонения ракеты компьютер немного «задумается» ошибки не избежать.

К настоящему времени уже созданы и оптимизированы отдельные составляющие оптических компьютеров – оптические процессоры, ячейки памяти. Основная проблема – синхронизация работы отдельных элементов оптического компьютера в единой системе.

Для управления такими мощностями обозримого будущего необходима соответствующая система интеллектуального управления. Одно из предлагаемых решений — использование аппарата нечетких систем: нечетких множеств, нечеткой логики, нечеткого моделирования и т.п. Применение этого аппарата обуславливает возможность построения систем управления и моделирования в ситуациях, когда традиционные методы неэффективны либо вообще неприменимы из-за отсутствия знаний об объекте управления или сложности его математической формализации [6].

Мировая практика применения аппарата нечетких систем показывает удовлетворительные результаты при построении автоматических и автоматизированных систем в различных отраслях промышленности, транспортной инфраструктуры, проектирования: например, таких, как проектирование промышленных роботов и бытовых электроприборов, управление доменными печами и движением поездов метро, автоматическое распознавание речи и изображений [6].

Однако для эффективной реализации нечетких алгоритмов управления и моделирования, требующих обработки большого объема информации при малом времени реакции системы управления, необходимо создание специализированных технических средств, ориентированных на обработку нечеткой информации практически в режиме реального времени.

В настоящее время основную техническую базу нечетких технологий составляют микропроцессорные средства и микроконтроллеры [5]. Но эти устройства не способны в полной мере реализовать все потенциальные возможности нечеткой логики. Поэтому возникает задача конструирования нового класса устройств обработки нечетко-логической информации, обладающих значительным быстродействием, простотой конструкции и настройки параметров и обеспечивающих высокую точность вычислений, простота реализации элементарных действий над нечеткими множествами, на которых базируются этапы нечетко-логического вывода [6], а именно:

- этап введения нечеткости — фаззификация;
- этап логических операций (операции пересечения, объединения, дополнения нечетких множеств);
- этап приведения к четкости — дефаззификация, может быть обеспечена путем использования оптоэлектронной технологии обработки информации и основных методов оптической схемотехники [1, 3].

Подобная технология позволяет выполнять вышеперечисленные операции в режиме реального времени, т.е. практически мгновенно.

Где могут пригодиться рекордные скорости, предлагаемые оптическими устройствами? С их помощью можно решать следующие проблемы человечества, а именно:

- обработка генома человека, чтобы диагностировать генетические заболевания плода на ранних стадиях;
- более точное предсказание погоды, стихийных бедствий;
- создание систем регистрации, обработки информации в реальном масштабе времени и хранения информации получаемой с радиотелескопов и орбитальных спутников;
- анализ потоков данных в социальных сетях или обработке видео и аудиоизображений.

- решение проблем спутникового мониторинга земель сельхозназначения[4];
- создание нового типа интернет – соединенияи т.п.

Возможности оптических технологий уже в настоящее время широко используются в информатике – впечатляющий пример – волоконно-оптические линии связи. В современном электронном компьютере можно отметить следующие оптические узлы и элементы: устройства ввода информации – оптический сканер, оптическая мышь; устройства обмена информацией - инфракрасный порт, оптоволокно; устройства вывода информации – лазерный принтер, дисплей, голографический (объемный) дисплей; устройства памяти – долговременная память на перезаписываемых оптических дисках, магнитооптические диски, голографические диски.

Присоединяюсь к многочисленным коллегам в утверждении, что технологические и финансовые трудности не станут преградой на пути создания машины призванной человеком себе в помощь для решения накопившихся задач и проблем.

Библиографический список:

1. Акаев А. А., Майоров С. А. Оптические методы обработки информации. М.: Высш. школа, 1988.
2. Белов П. А., Беспалов В. Г., Васильев В. Н., Козлов С. А., Павлов А. В., Симовский К. Р., Шполянский Ю. А. Оптические процессоры: достижения и новые идеи. // В кн.: Проблемы когерентной и нелинейной оптики. — СПб, 2006.
3. Городецкий А. Е., Ерофеев А. А., Жуйков А. Ю. Нечеткие технологии управления в оптоэлектронных системах // Тез. докл. Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям. СПб, 2000.
4. Крамаров С.О., Митясова О.Ю., Романченко В.Ю. Проблемы спутникового мониторинга земель сельскохозяйственного назначения в условиях ограниченных ресурсов // Интеллектуальные ресурсы - региональному развитию - Южный университет (ИУБиП)(Ростов-на-Дону), Том: 2, №1, 2016, 55-59
5. Мелихов А. Н., Баронец В. Д. Проектирование микропроцессорных средств обработки нечеткой информации. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростов. ун-та, 1990. 128 с.
6. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ, 2009. 798 с.



