

УДК 681.3

**МОДЕЛИ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ И ИХ  
ПРИМЕНЕНИЕ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ ТЕКСТОВ  
MODELS OF ARTIFICIAL IMMUNE SYSTEMS  
AND THEIR USE IN INTELLIGENT TEXT PROCESSING**

К.В. Плетнёв

K.V. Pletnev

ГОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»  
Vyatka State University of Humanities

*The article describes the artificial immune systems, considers the problems of this area of research, makes a review of the models of artificial immune systems and suggests further research directions.*

**Введение**

Биологические исследования являются важным источником идей для появления новых моделей и методов в информатике. Широко известны исследования в области нейронных сетей и эволюционных алгоритмов. В этой работе будет рассмотрен довольно новый подход, основанный на иммунной системе и ее свойствах, кратко изложены ее основные модели и проблематика, а также предлагаются новые направления в исследованиях данной области.

**Искусственные иммунные системы**

Система иммунитета вызывает большой интерес вследствие ее важной роли в поддержании целостности организма. В упрощенном виде иммунитет представляет собой подсистему, существующую у позвоночных животных и объединяющую органы и ткани, которые защищают организм от заболеваний, идентифицируя и уничтожая опухолевые клетки и патогены. Основная роль иммунной системы заключается в распознавании всех клеток организма и классификации их как «своих» и «чужих». Чужеродные клетки (антигены) подвергаются дальнейшей классификации с целью стимуляции защитного механизма соответствующего типа. Распознавание возбудителей усложняется их адаптацией и эволюционным развитием новых способов успешного инфицирования организма-хозяина. Попытки применить механизмы иммунной системы для решения прикладных задач породили новую область исследований – искусственные иммунные системы.

*Искусственные иммунные системы (ИИС)* – это адаптивные системы, построенные на основе наблюдаемых свойств и принципов функционирования естественных иммунных систем. ИИС представляют большой интерес, так как способны эффективно обрабатывать значительные объемы данных, их вычислительные возможности вытекают из свойств естественной иммунной системы. В современных исследованиях, в области ИИС, чаще всего авторы обращаются к отдельным функциям естественного иммунитета [1, 2, 3]. Также распространен синтез свойств ИИС с алгоритмами из других направлений информатики [4].

### **Модели ИИС**

Для объяснения иммунологических механизмов существуют различные теории и математические модели [2, 5, 6, 7]. Также имеется растущее число компьютерных моделей для имитации динамики различных компонентов иммунной системы и ее поведения в целом. Наиболее часто используются следующие три модели.

Форрест и др. [5] предложили алгоритм *отрицательного отбора* для обнаружения изменений, построенный на основе принципов распознавания *своего* и *чужого* в системе иммунитета. Главное ограничение подхода состоит в вычислительной сложности создания детекторов, так как их количество растет экспоненциально по мере увеличения *своего*. Впоследствии Хелман и Форрест [6] предложили более эффективный алгоритм генерации детекторов с линейной зависимостью от размерности *своего*.

Вторая модель основана на теории *клональной селекции (отбора)*, которая описывает один из этапов иммунного ответа [2]. Несмотря на сходство основных этапов данного алгоритма с генетическим алгоритмом, опишем существенные отличия данного подхода. Генетический алгоритм имеет тенденцию концентрировать целую популяцию индивидуумов к лучшему кандидату решения, а клональный алгоритм позволяет получать разнообразное множество локальных решений, в том числе и глобальный оптимум. Что касается особенностей механизма работы клонального алгоритма, то следует заметить, что в данном алгоритме используется значение аффинности получаемого антитела (решения), для того, чтобы определить уровень мутации, который нужно применить к каждому члену популяции, в генетических же алгоритмах принимаемый уровень мутации обычно игнорирует пригодность индивидуального решения. Таким образом, клональный алгоритм предоставляет более адаптивные механизмы, чем генетические алгоритмы при поиске решений.

Ерне [7] предложил гипотезу, согласно которой иммунная система представляет собой регулируемую сеть молекул и клеток, распознающих друг друга даже при отсутствии антигена. Такие структуры получили название *идиотипических (иммунных) сетей*. Они служат математической основой для изучения поведения иммунной системы. Теория Ерне основана на предположении, что различные клоны лимфоцитов друг от друга не изолированы, а поддерживают связь путем взаимодействия между своими рецепторами и антителами. В свою очередь антитела обладают набором специфических антигенных детерминант, называемых *идиотопами*. Следовательно, распознавание антигена осуществляется не единичным клоном клеток, а скорее на системном уровне, с участием различных клонов, взаимодействующих по типу антиген-антитело как единая сеть.

### **Актуальные проблемы**

Обратим теперь внимание на проблемы связанные с исследованиями в области ИИС. Можно выделить три ключевых проблемы. Первая заключается в том, что в настоящее время существует лишь небольшое число вычислительных моделей, основанных на принципах работы иммунной системы. Это связывают с тем,

что сохраняется неопределенность в основных положениях, предложенных для ее описания. Вторая проблема связана с самими исследователями – как утверждается в [1], некоторые исследователи лишь поверхностно изучают механизмы работы иммунной системы, что порождает публикации, ошибочно отнесенные к области ИИС. Это не означает, что подобные работы не заслуживают должного внимания, часто там изложены интересные идеи, но они имеют лишь косвенное отношение к ИИС. В качестве следующей проблемы обозначим сложность реализации механизмов иммунной системы, данная проблема существует во многих областях, где требуется моделирование сложных биологических процессов организма. Обозначив проблематику, перейдем к предполагаемым исследованиям.

### **Применение ИИС в задачах интеллектуальной обработки текстов**

Работы по обработке текстов механизмами ИИС в основном затрагивают только классификацию текстов, не затрагивая другие обширные возможности по приложению ИИС в данной области. Например, механизм памяти, двойной пластичности [1] и обучения в иммунной сети можно использовать для интеллектуальной обработки текста, а именно для автоматического аннотирования. Обученная сеть по шаблонным оборотам в предложениях и ключевым терминам будет выделять необходимые участки документа для последующей обработки. Во избежание проблем при обработке текстов схожих тематик, но из различных областей науки, предлагается изначально классифицировать текст и применять иммунную сеть, обученную на документах данного класса.

Другим примером может служить автоматическое определение автора текста. Данная задача решается основной функцией ИИС – распознаванием. Иммунная сеть в процессе обучения будет выстраивать связи, отвечающие за распознавание наиболее часто употребляемых автором терминов, при этом учитывать контекст, в котором они употребляются. Это достигается за счет выстраивания сложной иерархии взаимодействий между клетками-терминами в сети, которые оценивают правильность употребления выделенного термина в рассматриваемом контексте для текущего автора.

На этом возможности применения ИИС в обработке текстов не заканчиваются, и данная тематика требует более детального исследования.

### **Заключение**

Данная работа дает представление о ИИС и возможностях, которые она открывает для ее практических применений. Уже сейчас ИИС находят свое применение во многих областях [2, 3, 4, 5], и в дальнейшем количество областей их применения будет только увеличиваться. ИИС сравнительно новое направление среди работ по адаптации биологических процессов для решения прикладных задач, но уже очевидна важность исследований в данном направлении. Реализация, как отдельных механизмов иммунной системы, так и попытки смоделировать всю систему в различных областях науки и производства могут дать новые интересные результаты.

**Литература:**

1. Берсини, У. Двойная пластичность иммунной сети как источник инженерных решений // Искусственный иммунитет. Под ред. Д. Дасгупты. Пер. с англ. Под ред. А.А. Романюхи – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2006. – С. 42–65.
2. Литвиненко, В.И. Применение алгоритма клонального отбора для решения систем алгебраических уравнений / Математичні машини і системи. – № 3. – 2006. – С. 117–126.
3. Литвиненко, В.И. Компьютерная система для решения задач классификации на основе модифицированных иммунных алгоритмов / Дидык А.А., Захарченко Ю.А. // ААЭКС. – №2(22). – 2008.
4. Хант, Д. Jisys: разработка искусственной иммунной системы для практических приложений / Тиммис Д., Кук Д., Нил М., Кинг К. // Искусственный иммунитет. Под ред. Д. Дасгупты. Пер. с англ. Под ред. А.А. Романюхи – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2006. – С. 188–214.
5. Forrest, S. Self-nonsel self discrimination in a computer / Perelson A.S., Allen L., Chirikuri R. // In: Proc. Of IEEE symposium on research in security and privacy. – Oakland. – 1994. – P. 202–212.
6. Helman, P. An efficient algorithm for generating random antibody strings / Forrest S. // Technical report №CS94–7. – Department of computer science. – University of New Mexico. –1994.
7. Jerne, N.K. The immune system // Sci. Am. – №1. – 1973. – P. 52–60.

УДК 681.3

**РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕ АЛГОРИТМА  
ВЫЧИТАНИЯ СОСЕДНИХ КАДРОВ  
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ CUDA  
PARALLEL IMPLEMENTATION  
OF ALGORITHM OF FRAMES SUBTRACTION  
BASED ON TECHNOLOGY CUDA**

А.Г. Яшина  
A.G. Yashina

ГОУ ВПО «Вятский государственный гуманитарный университет»  
Vyatka State University of Humanities

*This article presents results of using CUDA technology for parallel computing on GPU for implementation algorithm of subtraction neighboring frames.*

**Введение**

Цифровое видео достаточно давно распространено в современном мире.