



НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ КОНФЕРЕНЦІЇ

Національний університет кораблебудування

АВТОМАТИКА
AUTOMATICS-2013

МАТЕРІАЛИ

**XX МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
З АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ,
присвяченої 100-річчю
з дня народження
академіка НАНУ О. Г. Івахненка**

25-27 вересня 2013 р.



Миколаїв ■ 2013

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ З АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ
НАЦІОНАЛЬНИЙ КОМІТЕТ РОСІЇ З АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ
ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В. М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КОСМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН І ДКА УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ І СИСТЕМ НАН І МОН УКРАЇНИ
МОСКОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені М. В. ЛОМОНОСОВА
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала МАКАРОВА
АКАДЕМІЯ НАУК СУДНОБУДУВАННЯ УКРАЇНИ

АВТОМАТИКА / AUTOMATICS – 2013

XX Міжнародна конференція з автоматичного управління, присвячена 100-річчю з дня народження академіка О. Г. Івахненка

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

25–27 вересня 2013 року

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова,
пр. Героїв Сталінграда, 9*

Миколаїв
НУК № 2013

УДК 004.9+681.5+681.7+519.8

ББК 32.97

А 34

ОРГАНІЗАТОРИ

Національна академія наук України

Міністерство освіти і науки України

Українська Асоціація з автоматичного управління

Національний комітет Росії з автоматичного управління

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України

Інститут космічних досліджень НАН і ДКА України

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій
і систем НАН і МОН України

Московський державний університет імені М. В. Ломоносова

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Академія наук суднобудування України

Матеріали публікуються за оригіналами, які представлені авторами.
Претензії щодо змісту та якості матеріалів не приймаються.

Відповідальний за випуск:

Тимченко В. Л.

ISBN 978-966-321-263-0

А 34 **Автоматика / Automatics – 2013** : Матеріали XX Міжнародної конференції з автоматичного управління, 25–27 вересня 2013 р. — Миколаїв : НУК, 2013. — 384 с.

У виданні зібрано матеріали Матеріали XX Міжнародної конференції з автоматичного управління, присвяченої 100-річчю з дня народження академіка НАНУ О. Г. Івахненка.

УДК 004.9+681.5+681.7+519.8

ББК 32.97

ISBN 978-966-321-263-0

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2013

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Співголови:

Кунцевич В.М., проф. (Україна, Київ)
Куржанський О.Б., проф. (Росія, Москва)

Члени комітету:

Васільєв С.М.,	проф. (Росія, Москва)
Войнаровски Й.,	проф. (Польща, Глівіце)
Гил-Лафуенте А.М.,	проф. (Іспанія, Барселона)
Гриценко В.І.,	проф. (Україна, Київ)
Губарев В.Ф.,	проф. (Україна, Київ)
Кацпшик Я.,	проф. (Польща, Варшава)
Кондратенко Ю.П.,	проф. (Україна, Миколаїв)
Ковальов О.М.,	проф. (Україна, Донецьк)
Кривонос Ю.Г.,	• проф. (Україна, Київ)
Куценко О.С.,	проф. (Україна, Харків)
Ладанюк А.П.,	проф. (Україна, Київ)
Лебедєв Д.В.,	проф. (Україна, Київ)
Любчик Л.М.,	проф. (Україна, Харків)
Пряшніков Ф.Д.,	проф. (Україна, Севастополь)
Рижков С.С.,	проф. (Україна, Миколаїв)
Саймон Д.,	проф. (США, Клівленд)
Сопронюк Ф.О.,	проф. (Україна, Чернівці)
Тодорцев Ю.К.,	проф. (Україна, Одеса)
Чикрій А. О.,	проф. (Україна, Київ)
Ягер Р.Р.,	проф. (США, Нью Йорк)

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Співголови:

Павлов Г.В., проф.,
Кондратенко Ю.П., проф.,

Заступники голови:

Тимченко В.Л., доц.,
Нікітіна О.В., доц.

Вчений секретар:

Тимченко І.В., доц.

Члени оргкомітету:

Вовченко О.І., проф.,
Жуков Ю.Д., проф.,
Коваленко І.І., проф.,
Кошкін К.В., проф.,
Рябенький В.М. проф.,
Ставинський А.А., проф.,
Хлопенко М.Я., проф.,
Гордєєв Б.М., доц.,
Приходько С.Б., доц.

Секретаріат:

Кукліна К.О., асп.,
Ухін О.О., асп.,
Коробко О.В., асп.,
Козлов О.В., асп.
Кудін О.О., зав. лаб.
Тищенко О.В., зав. сектором НТІ,
Чистовська Л.О., провід. інж.

18. *Мельничук С. В.* «Частотный метод построения аппроксимирующих моделей многомерных систем». 127
19. *Караченец Д. В.* «Адаптивная система управления ступенью предварительного концентрирования дейтерия». 129
20. *Карпенко Є. О., Славко О. Г., Гученко М. І., П. П. Костенко* «Експериментальне дослідження методу параметричної ідентифікації моделі ТСР-протоколу на основі локальної моделі керованого процесу». 131
21. *Кравченко А. В., Шаблага О. Ю.* «Оцінювання стану нелінійної динамічної системи по даним вимірювань на ковзному інтервалі». 133
22. *Круликовский Б. Б.* «Построение проверяющего теста для идентификации технического состояния комбинационного автомата». 135
23. *Романенко В. Д., Реутов О. А.* «Координуюче керування залишками на поточних рахунках клієнтів групи банків з різнотемповою дискретизацією». 137
24. *Суздаль В. С., Козьмин Ю. С., Соболев А. В.* «Синтез многомерных регуляторов пониженного порядка для выращивания крупногабаритных монокристаллов». 139
25. *Таціліна А. В., Тацілін М. В.* «Ієрархічна структура нечіткої моделі оперативного планування режимів краплинного зрошення». 141
26. *Чорна Ю. О., Трегуб В. Г.* «Оптимальне керування періодичним процесом вирощування хлібопекарських дріжджів». 142
27. *Прокопович И. В., Швец П. С., Лебедева Е. Ю.* «Адаптивный генетический алгоритм для «мягких» эволюционных вычислений». 143
28. *Дубовик С. А.* «Асимптотический метод on-line синтеза управлений». 145
29. *Рудакова А. В.* «Формализация проблемы оптимального управления большими системами в критических режимах». 147

СЕКЦІЯ № 3

АВТОМАТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

1. *Ладанюк А. П., Смітюх Я. В.* «Методи аналітичного управління складними технологічними комплексами». 151
2. *Богушевський В. С., Зубова К. М.* «Модель управління конвертерною шлавкою на основі нечіткої логіки». 152

Адаптивный генетический алгоритм для “мягких” эволюционных вычислений

И.В. Прокопович, П.С. Швец, Е.Ю. Лебедева¹

Анотація — The version of the complex genetic algorithm, allowing to optimize objects with poorly connected subsystems is offered. Observance of “soft” connectivity is provided by adaptive tuning of crossing operation for receiving the descendants which are not breaking restrictions on connectivity.

Ключові слова — evolution optimization, complex object, genetic algorithm, adaptive crossing.

В последнее время широкое распространение получил эволюционный метод оптимизации многоэкстремальных систем, названный генетическим алгоритмом (ГА) [1]. Как известно, основные вычисления в классическом ГА осуществляются на уровне так называемых “хромосом” — символьных моделей, несущих информацию об аргументах целевой функции.

Если подсистемы в оптимизируемой системе независимы — целевые функции в них различны, а множества значений аргументов этих функций не пересекаются, то такие подсистемы с точки зрения рассматриваемой проблемы не связаны, и ее постановка распадается на несколько независимых задач классической оптимизации.

Если же множества значений аргументов целевых функций в подсистемах пересекаются хотя бы частично, задача становится “жесткой”, т.к. варьируя связанные аргументы в одной подсистеме, мы невольно вынуждены одинаково варьировать их и в другой. Решать такие задачи предложено с помощью комплексного ГА, порождающего комплексные звездообразные хромосомы, учитывающие жесткие связи [2].

В последнее время появились работы, вводящие новый вид хромосом — с “мягкой” связью аргументов, у которых связанные аргументы могут все-таки отличаться для двух подсистем, но не более, чем на некоторую величину S_{\max} [3]. Такое ограничение противоречит основному свойству ГА: свободному варьированию аргументов при решении задачи оптимизации. Действительно, на каждой эпохе эволюции ГА могут появляться хромосомы потомков, не удовлетворяющие указанному ограничению, что приводит к аварийному останову программы алгоритма.

Появление таких потомков в относительно больших количествах (что и наблюдается на практике) делает даже комплексный ГА непригодным для оптимизационных вычислений. Это требует создания альтернативного ГА, содержащего в своем составе новый метод скрещивания

хромосом, адаптирующийся к постоянно возникающим проблемам ограничений “мягкой” связности.

Основополагающим свойством ГА является то, что в процессе оптимизации аргументы могут принимать любые значения из области, ограниченной их минимальными и максимальными допустимыми значениями, например, для целевой функции N аргументов $y(x)$: $x = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ область существования хромосом (область оптимизации) ограничена выражениями:

$$x_{1\min} \leq x_1 \leq x_{1\max}; \quad x_{2\min} \leq x_2 \leq x_{2\max}; \quad x_{N\min} \leq x_N \leq x_{N\max}. \quad (1)$$

На рис. 1, а в качестве примера показаны две двухпараметрические несвязанные хромосомы двух подсистем одной системы, а также общая (совпадающая по всем аргументам) область допустимых значений для их четырех аргументов $x_1 = \{x_{11}, x_{12}\}$ и $x_2 = \{x_{21}, x_{22}\}$ в процессе оптимизации целевых функций $y_1(x_{11}, x_{12})$ и $y_2(x_{21}, x_{22})$ с помощью ГА.

В отличие от двух классических, при “жесткой” — математически строгой — связи одна комплексная хромосома несет информацию о трех аргументах: x_{11} , x_{12} и x_2 , так как аргумент x_2 у них общий. В то же время он сохраняет основное свойство ГА: свободное варьирование в пределах общих ограничений (1).

При “мягкой” связи к ограничениям (1) добавляются новые:

$$x_{ij} \in \{x_i; x_i + S_{\max}\} \quad (2)$$

для каждой группы связанных аргументов, состоящей, в общем случае, из 2, 3, ..., N элементов. В соответствующей “мягкой” комплексной двухпараметрической хромосоме, как в первом случае, вновь хранятся четыре переменные: x_{11} , x_{12} , x_{21} , x_{22} , S , однако память такого ГА дополнительно содержит значение S_{\max} для каждой “мягкой” связи.

Адаптация алгоритма под оптимизацию объекта со слабосвязанными подсистемами осуществляли на этапе скрещивания ГА. В отличие от классического ГА, в котором чаще всего применяется точечное, двухточечное и многоточечное скрещивание, в комплексном ГА с “мягкими” связями применяли равномерное скрещивание, иначе называемое монолитным или одностадийным. Такое скрещивание выполняется в соответствии со случайно выбранным битовым ключом, указывающим, какие гены должны наследоваться от первого, а какие от второго родителя.

¹ Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1, 65044, УКРАИНА, E-mail: alla.androsyuk@gmail.com

Допустим, что выбран эталон ААБАБББАБАББ, в котором А означает принятие гена на соответствующей позиции от первого родителя, а Б — от второго. Таким образом формируется первый потомок.

Для второго потомка ключ считывается инверсивно: Б означает принятие гена на соответствующей позиции от первого родителя, а А — от второго.

Все полученные таким образом потомки подвергаются мутации и инверсии и далее проходят проверку на выполнение условия (2) и, если оно не выполняется, происходит повторное скрещивание тех же родителей, но при другом вновь случайно выбранном ключе.

Эксперимент показывает, что “мягкой” операции скрещивания в сочетании с “жесткими” операциями мутации и инверсии достаточно для получения в приемлемое время потомков с соблюдением ограничений на связность. Если же таким образом не удается решить задачу, адаптивный подход можно распространить также и на мутацию с инверсией, что предоставит пользователю значительно больше возможностей выбора вариантов хромосом для потомков.

Схема комплексного адаптивного генетического алгоритма приведена на рис. 1. Она содержит блоки адаптации скрещивания, “следящие” за выполнением описанных выше ограничений на процесс оптимизации.

Работу адаптивного генетического алгоритма для “мягких” эволюционных вычислений испытывали в рамках САПР технологического процесса многоструйного непрерывного литья меди. В производстве установлено, что основным показателем качества получаемых при этом слитков является относительное удлинение металла δ в испытаниях на разрыв, а основные технологические характеристики, влияющие на δ , — средняя скорость вытягивания слитка V и температура охлаждающей воды на входе в кристаллизатор T .

Из-за различного расположения кристаллизаторов относительно точки поступления жидкого металла в раздаточную печь для получения непрерывных отливок наилучшего качества параметры подпроцессов вытягивания и охлаждения для каждой из них должны отличаться, оставаясь в пределах ограничений связности.

Расчеты выполняли для двух параллельно работающих кристаллизаторов, охлаждаемых от одного источника воды (связность по T), из которых слитки извлекали однотипными вытягивающими устройствами (связность по V). Условия процесса позволяют варьировать параметры V и T в пределах $3,2 \leq V \leq 3,6$ м/мин и $20 \leq T \leq 32$ °С.

Из-за прерывистого режима вытягивания слитков и возникающих при этом низкочастотных колебаний функции $\delta_1(V_1, T_1)$ и $\delta_2(V_2, T_2)$ (индексы 1 и 2 относятся к разным кристаллизаторам) имеют многоэкстремальный характер. В этих условиях для

расчетов был применен комплексный адаптивный ГА, что позволило рассчитать оптимальные параметры процесса: $V_1 = 3,37$ м/мин; $T_1 = 22$ °С; $V_2 = 3,54$ м/мин; $T_2 = 29$ °С.

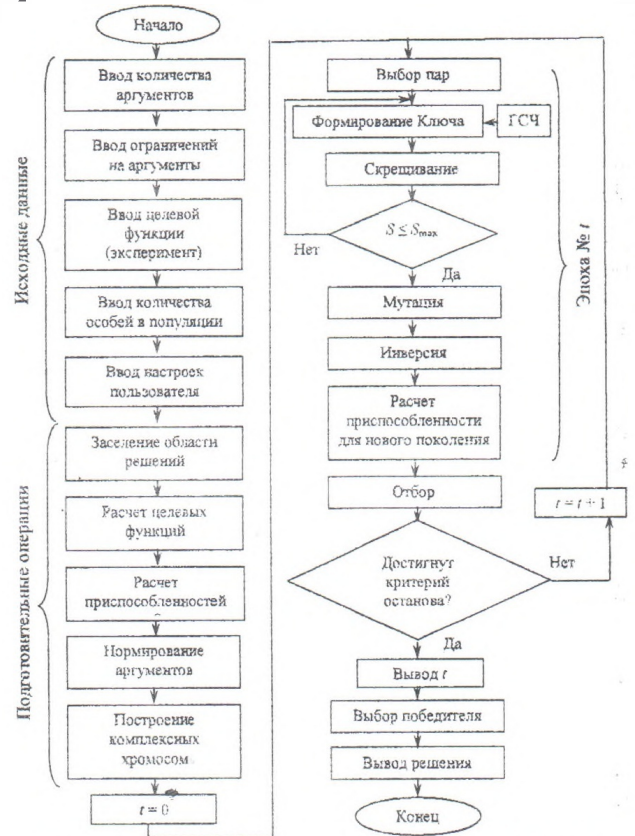


Рис. 1. Схема комплексного адаптивного генетического алгоритма

Предложенный метод оптимизации параметров объектов со слабосвязанными подсистемами, состоящий в применении разработанного адаптивного генетического алгоритма для “мягких” эволюционных вычислений, позволил повысить глубину оптимизации и получить в компьютерных экспериментах положительный технический эффект.

СПИСОК ССЫЛОК

- [1] Ротштейн, А.И. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. — Винница: Универсум-Винница, 1999. — 320 с.
- [2] Монова, Д.А. Комплексный генетический алгоритм / Д.А. Монова, А.А. Перпери, П.С. Швец // Пр. Одес. политехн. ун-ту. — Одеса, 2011. — Вып. 1(35). — С. 176 — 180.
- [3] Становский, А.Л. Оптимизация слабосвязанных систем в автоматизированном проектировании и управлении / А.Л. Становский, П.С. Швец, И.Н. Щедров. // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. пр. — Вып. 6. — Харків, НТУ “ХПІ”, 2011. — С. 129 — 134.