

Модификация функции LabVIEW “Downhill Simplex nD” и тестирование её на примере аппроксимации тестовых сигналов суммой синусоид

1. Введение

Иногда при анализе экспериментальных данных возникает необходимость применения алгоритмов минимизации функции нескольких переменных. Имеющиеся в LabVIEW 7.1 виртуальные приборы (ВП) “*Downhill Simplex nD*” и “*Conjugate Gradient nD*”, которые ищут локальный минимум функции n независимых переменных, оказались непригодны для таких задач.

В данной работе была сделана модификация ВП “*Downhill Simplex nD*”, позволившая задавать выражение для исследуемой функции не в виде строки, а в виде виртуального прибора (вход $f(x)$ типа *string* заменен входом типа *VI Reference*) [1].

Тестирование проводилось на примере аппроксимации тестовых сигналов суммой синусоид по критерию минимизации среднеквадратичной ошибки.

2. Описание ВП

Недостатком виртуального прибора *Downhill Simplex nD*, представленного на рисунке 1 и входящего в состав LabVIEW, является неудобство задания функции (вход $f(X)$ типа *string*). Функцию можно задать только в виде одной строки

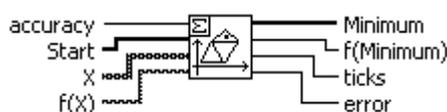


Рис.1 Виртуальный прибор *Downhill Simplex nD*

Модификация ВП, позволила задавать целевую функцию как отдельный ВП. На рисунке 2 представлен модифицированный ВП *Downhill Simplex nD_*.

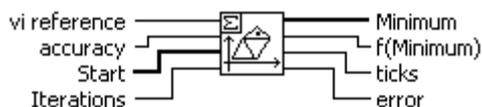


Рис.2 Виртуальный прибор *Downhill Simplex nD_*

Описание входов:

- *vi reference* – ссылка на ВП, в котором приведена целевая функция (ссылку можно задать с помощью ВП *Open VI Reference* или *Static VI Reference*);
- *accuracy* (точность) – точность определения минимума (по умолчанию $1e-8$);
- *Start* – массив точек, определяющих начало процесса;
- *Iterations* – максимальное количество итераций для поиска локального минимума.

Описание выходов:

- *Minimum* – массив координат точки локального минимума;
- $f(\text{Minimum})$ – значение целевой функции в найденном минимуме;
- *ticks* – определяет время (в миллисекундах) выполнения расчета;
- *error* – код ошибки (если 0 – ошибок нет).

Целевая функция записывается в виде подпрограммы в отдельном файле. В качестве входа необходимо использовать терминал, через который передается массив чисел типа *double* (параметры функции, подбирая которые минимизируют её). В качестве выхода используется терминал типа *double*.

3. Тестирование ВП

Для тестирования ВП *Downhill Simplex nD* на языке LabVIEW был создан ВП *Sins_Main.vi*, в котором реализован алгоритм аппроксимации отрезка дискретного комплексного сигнала x_n линейной комбинацией M комплексных экспонент с различными частотами ω_k , амплитудами A_k и фазами φ_k , так, чтобы среднеквадратичная ошибка между сигналом и моделью:

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \left| x_n - \sum_{k=1}^M A_k \exp\{i \cdot (\omega_k n + \varphi_k)\} \right|^2$$

была минимальной.

Цифровые частоты ω_k являются поисковыми параметрами, подбирая которые минимизируют среднеквадратичную ошибку. Коэффициенты A_k и φ_k однозначно связаны с ω_k и вычисляются аналитически [2] в целевой функции *Sins_Function.vi*.

Внутри целевой функции принудительно задается частота с нулевым значением. Это сделано для ускорения вычислений при анализе сигналов, полученных в физических экспериментах, в которых всегда присутствует постоянная составляющая. Противоположные по знаку частоты принудительно добавляются для ускорения вычислений действительных сигналов и комплексных сигналов с нарушенной квадратурой.

Литература

1. Лупов С.Ю., Фрадкина Е.П. Модификация функции LabVIEW «Downhill Simplex nD» и тестирование её на примере аппроксимации тестовых сигналов суммой синусоид // Сб. тр. междунар. научно-практической конференции «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments». М.: Изд-во РУДН, 2006. С. 278-281.
2. Лупов С.Ю., Серебряков А.М., Фрадкина Е.П. Оценка оптимальных параметров экспоненциальной и синусоидальной моделей отрезка дискретного сигнала // Вестник ижевгородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2011. № 2(1). С. 71-80 (http://www.unn.ru/pages/e-library/vestnik/99999999_West_2011_2/9.pdf).