

# Robust – współbieżna biblioteka sterowania robotem mobilnym

Konrad Kułakowski

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział EAIiE, Katedra Automatyki

**Streszczenie:** Robust to biblioteka warstwy pośredniczącej stworzona z myślą o wysokopoziomym sterowaniu konstrukcjami robotycznymi. Obecnie dostępne są dwie implementacje Robust, odpowiednio dla konstrukcji Lego Mindstorms NXT oraz Hexor II firmy Stenzel.

**Słowa kluczowe:** Robust, Lego Mindstorms NXT, Hexor, sterowanie robotem mobilnym

## 1. Wprowadzenie

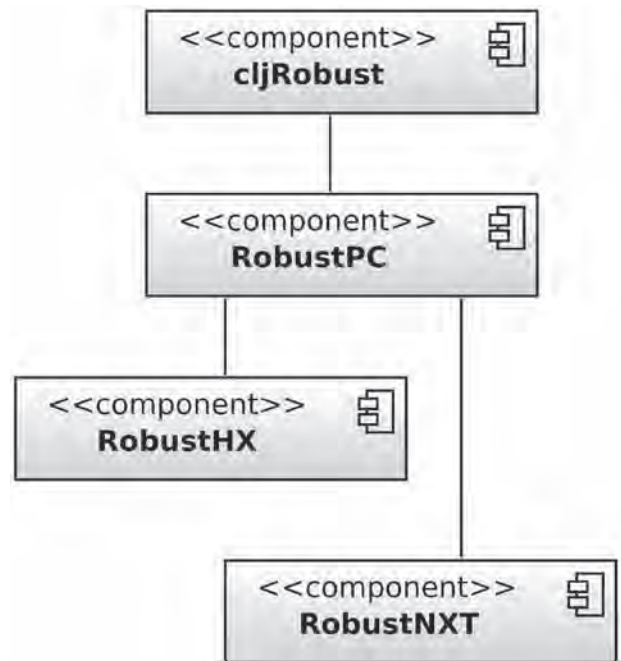
Od kilkunastu lat obserwowany jest znaczny wzrost zainteresowania różnego rodzaju konstrukcjami robotowymi. Niektóre z tych konstrukcji, przeznaczone dla młodzieży, są dość proste w obsłudze i tworzeniu na nie oprogramowania (np. Lego Mindstorms NXT), inne bardziej zaawansowane, wymagają lepszego przygotowania technicznego. Zaletą prostych konstrukcji – łatwość tworzenia aplikacji sterujących – czasem jest również ich wada. Programista musi bowiem zmieścić ideę algorytmu sterującego w programie korzystającym z dość ubogiego API (ang. *Application Programming Interface*), dostępnego często tylko z poziomu jednej wybranej aplikacji. Dodatkowym problemem, z jakim często zmagają się programiści są ograniczone zasoby systemowe takich konstrukcji. Rozwiązaniem jest przeniesienie czasochłonnego i kosztownego pamięciowo przetwarzania na komputer stacjonarny i sterowanie wybraną konstrukcją zdalnie za pośrednictwem tego właśnie komputera. Tutaj też pojawiają się różnorakie trudności, związane z przepustowością kanału komunikacyjnego, zasięgiem komunikacji między robotem i komputerem, rodzajem protokołu i medium komunikacji, wreszcie z zachowaniem współbieżności wydawania komend oraz pobierania odczytów sensorycznych.

Problemy te legły u podstaw stworzenia przez autora pierwszej wersji biblioteki Robust [4, 5], której zadaniem było pośredniczenie w komunikacji między robotem skonstruowanym na bazie zestawu Lego Mindstorms NXT a programem sterującym, działającym na platformie Java pod kontrolą niemalże dowolnie wybranego systemu operacyjnego<sup>1</sup> dla komputerów klasy PC. Z biegiem czasu biblioteka Robust wzbogaciła się o dodatkową implementację umożliwiającą użycie jej do sterowania robotem Hexor II, oraz dodatkowy interfejs programistyczny, umożliwiający tworzenie aplikacji sterujących robotem nie tylko w Javie, ale także w języku *Clojure*.

<sup>1</sup> Platforma Robust została przetestowana w środowisku Java 1.5 i 1.6 działającym pod kontrolą systemów operacyjnych Linux Ubuntu 9.x, Windows XT oraz Mac OS X Leopard.

## 2. Architektura Robust

Najnowsza wersja biblioteki Robust składa się z czterech modułów (rys. 1) RobustPC – części zasadniczej biblioteki [4], wspólnej dla wszystkich dostępnych implementacji, RobustNXT – części implementacyjnej biblioteki Robust dedykowanej platformie Mindstorms NXT, RobustHX – implementacji procedur niskopoziomowych na potrzeby platformy sprzętowej Hexor II [2], oraz dodatkowego interfejsu umożliwiającego tworzenie programów sterujących robotem w języku Clojure [1].



Rys. 1. Architektura biblioteki Robust

Fig. 1. Robust Library Architecture

### 2.1. RobustPC

Moduł RobustPC zawiera te części biblioteki, które nie zależą bezpośrednio od konkretnej platformy sprzętowej [4, 5]. Przede wszystkim mieszczą się tutaj definicje różnych interfejsów programistycznych pozwalające inicjować działanie robota, a także w sposób efektywny nim sterować. Moduł ten jest też miejscem, gdzie umieszczane są fragmenty kodu biblioteki o charakterze użytkowym, niezwiązane z żadną specyficzną implementacją sprzętową.

### 2.2. RobustNXT

Zadaniem RobustNXT jest zapewnienie niskopoziomowej implementacji funkcjonalności, które programiście oferuje

RobustPC [4, 5]. Moduł RobustNXT składa się z dwóch części rezydujących odpowiednio na kostce sterującej zestawem Lego Mindstorms NXT, oraz na komputerze PC. Obie te części gwarantują bezprzewodową komunikację między robotem i komputerem. Część modułu rezydująca na kostce sterującej NXT odpowiedzialna jest też za obsługę urządzeń takich jak silniczki, czujniki światła, koloru, odległości i inne, dostępnych w ramach zestawu. Ten fragment biblioteki został napisany w Lejos, specjalnej „wbudowanej” wersji środowiska Java, dostępnej na tę platformę.

### 2.3. RobustHX

Moduł RobustHX jest odpowiedzialny za zapewnienie niskopoziomowej implementacji biblioteki Robust na platformie Hexor II [2]. Ponieważ robot Hexor II sam w sobie jest równoważny sprzętowo komputerowi klasy PC, dysponuje zasobami wystarczającymi do uruchomienia standardowej wersji maszyny wirtualnej Javy, dlatego w obecnie dostępnej wersji tego modułu zrezygnowano z implementacji komunikacji bezprzewodowej między robotem i zewnętrznym komputerem PC. Zamiast tego programy stosujące biblioteki Robust mogą być uruchamiane bezpośrednio na robocie. Moduł RobustHX został zaimplementowany w językach Java oraz C/C++.

### 2.4. cljRobust

Moduł cljRobust [1] stanowi uzupełnienie biblioteki Robust o interfejs programistyczny umożliwiający pisanie aplikacji sterujących w języku Clojure. Język Clojure jest dynamicznie rozwijającym się dialektem języka Lisp. Udostępnia on praktycznie wszystkie znane konstrukcje tego języka programiście. Tam gdzie to możliwe upraszcza je. Dodaje też własne rozwiązania składniowe, umożliwiające choćby efektywne programowanie wielowątkowe. Clojure działa w środowisku maszyny wirtualnej Javy. Zapewnia też wygodną integrację z tym środowiskiem. Stosując Clojure oraz moduł cljRobust, programista może tworzyć aplikacje sterujące robotem wykorzystując cały potencjał środowiska Java oraz nowoczesnego języka funkcyjnego, jakim jest Clojure.

## 3. Podsumowanie

Biblioteka Robust jest dostępna w sieci Internet ([www.sourceforge.net/projects/robust](http://www.sourceforge.net/projects/robust)) na zasadach otwartego oprogramowania. Umożliwia ona współbieżny, wielowątkowy dostęp do poszczególnych elementów (czujników, efektorów) wspieranych platform robotowych. Znalazła swoje miejsce w dy-

daktyce, czego wyrazem może być szereg prac semestralnych i dyplomowych zrealizowanych przez studentów AGH [3].

## Bibliografia

1. Kułakowski K.: *cljRobust – Clojure programming API for Lego Mindstorms NXT*, Lecture Notes in Computer Science (Springer), 2010, 52–61.
2. Kułakowski K., Matyasik P.: *Robust HX – The Robust middleware library for Hexor robots*, Lecture Notes in Computer Science (Springer), 2010, 241–250.
3. Rzcilo J., Kułakowski K.: *Explorer – the robust search robot*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010, 61–71.
4. Kułakowski K.: *Robust – model komunikacji Mindstorms NXT-PC*, „Automatyka”, 2009, 1153–1159.
5. Kułakowski K.: *Robust – towards the design of an effective control library for Lego Mindstorms NXT*, AGH University of Science and Technology Press, 2009, 93–101. ■

## Robust – concurrent mobile robot's control library

**Abstract:** Robust is a middleware library designed to facilitate the high-level control of different robotics platforms. Currently there are two Robust's implementation available: Robusts for Lego Mindstorms NXT and Robust for Hexor II (Stenzel).

**Keywords:** Robust, Lego Mindstorms NXT, Hexor, mobile robots control

### dr Konrad Kułakowski

Jest autorem ponad 30 prac z zakresu robotyki, algorytmów współbieżnych i metod formalnych opublikowanych w polskich oraz zagranicznych czasopiśmie i periodykach.

e-mail: [kkulak@agh.edu.pl](mailto:kkulak@agh.edu.pl)

