Technologia i rozwiązania

Node.js

Projektowanie, wdrażanie i utrzymywanie aplikacji

Sandro Pasquali

Helion

[PACKT] PUBLISHING open source* community experience distilled

Tytuł oryginału: Deploying Node.js

Tłumaczenie: Rafał Jońca

ISBN: 978-83-283-3609-4

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: *helion@helion.pl*
WWW: *http://helion.pl* (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
http://helion.pl/user/opinie/nodepr
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

Spis treści

1

ROZDZIAŁ

Docenić Node

Node istnieje już ponad siedem lat i każdego roku wykorzystuje się go coraz intensywniej. W zasadzie można powiedzieć, że nie istnieje już ryzyko, że Node pojawi się jak gwiazda pop i równie szybko zniknie. Node to naprawdę poważna technologia budowana przez bardzo uzdolniony zespół główny i wspomagana przez aktywną społeczność, która cały czas czuwa nad poprawą szybkości działania, bezpieczeństwa i użyteczności.

Każdego dnia programiści napotykają problemy, które Node stara się rozwiązać. Oto kilka z nich:

- skalowanie aplikacji sieciowych jako rozwiązań z wieloma serwerami;
- zapobieganie wąskim gardłom w komunikacji wejście-wyjście (baza danych, plik, komunikacja sieciowa);
- monitorowanie systemów i sprawdzanie ich wydajności;
- testowanie integralności komponentów systemu;
- bezpieczne zarządzanie współbieżnością;
- łatwe umieszczanie zmian w kodzie w środowiskach produkcyjnych.

W tej książce omawiamy techniki związane z wdrażaniem, skalowaniem, monitorowaniem, testowaniem i utrzymaniem aplikacji Node. Skupimy się na głównej cesze wyróżniającej Node, czyli modelu nieblokującym sterowanym zdarzeniami i jego efektywnym wykorzystaniu do realizacji własnych zadań.

W dniu 28 lutego 2014 roku Eran Hammer wygłosił wykład otwierający NodeDay, dużą konferencję dla programistów sponsorowaną przez firmę PayPal. Zaczął od wymienienia kilku liczb istotnych dla jego pracodawcy, firmy Walmart:

- 11 000 sklepów;
- ponad trylion dolarów sprzedaży każdego roku;
- ponad 2 miliony pracowników;
- największy prywatny pracodawca na świecie.

Następnie powiedział:

> *55% ruchu w czarny piątek, czyli naszym szczycie sezonu, każdego roku powoduje realizację około 40% rocznych przychodów. 55% tego ruchu pochodzi z urządzeń przenośnych… 55% ruchu przechodziło w 100% poprzez serwery Node. (…) Udało nam się udźwignąć ten ogromny ruch w systemie równoważnym dwóm procesorom i 30 GB RAM. To wszystko. Tylko tyle potrzebował Node, aby obsłużyć 100% ruchu mobilnego w czarny piątek. (…) Walmart to rynek e-commerce warty 10 bilionów dolarów i do końca roku te 10 bilionów będzie przechodziło w całości przez Node.*
>
> Eran Hammer, starszy architekt, Walmart Labs

Nowoczesne oprogramowanie staje się z różnych powodów coraz bardziej złożone i w dużej mierze zmienia nasz sposób budowania aplikacji. Większość nowych platform i języków stara się w jakiś sposób odpowiedzieć na tę zmianę. Node nie jest tu wyjątkiem i to samo dotyczy JavaScript jako języka.

Nauka Node oznacza poznawanie programowania sterowanego zdarzeniami, kompozycję programu z modułów, tworzenie i łączenie strumieni danych, a także produkcję i konsumpcję zdarzeń i powiązanych z nimi danych. Architektura bazująca na Node składa się często z wielu małych procesów i usług komunikujących się ze sobą za pomocą zdarzeń — wewnętrznie za pomocą interfejsu `EventEmitter` i wywołań zwrotnych, a zewnętrznie za pomocą kilku standardowych warstw transportowych (np. HTTP i TCP) oraz cienkiej warstwy przekazywania komunikatów wykorzystującej warstwę transportową (np. 0MQ, Pub-Sub w Redis lub Kafka). Bardzo często procesy te wykorzystują kilka bezpłatnych, wysokiej jakości modułów **npm** dostępnych na zasadach otwartego kodu źródłowego. Każdy z takich modułów zawiera testy, dokumentację lub przykłady użycia.

W tym rozdziale postaram się przedstawić ogólny zarys Node, wskazać problemy, które stara się rozwiązać, rozwiązania narzucane przez sposób zaprojektowania Node, a także wyjaśnić, co to wszystko oznacza dla programisty. Pokrótce przedstawię też główne tematy, które rozwinę w dalszych rozdziałach, na przykład odpowiednią strukturę zapewniającą wydajne i stabilne serwery Node, użycie najlepszych rozwiązań JavaScript dla aplikacji i zespołu, a także przestawienie się na sposób myślenia w kategoriach Node.

Zacznijmy od wyjaśnienia, jak i dlaczego właśnie tak zaprojektowano Node.

Unikatowo zaprojektowany Node

Operacje wejścia-wyjścia (dysk, sieć) są bez wątpienia bardziej kosztowne niż pamięć operacyjna. Poniższa tabela przedstawia cykle zegara konsumowane przez typowe zadania systemowe (wartości pochodzą z prezentacji Ryana Dahla na temat Node — *https://www.youtube.com/watch?v=ztspvPYybIY*).

Pamięć podręczna L1	3 cykle
Pamięć podręczna L2	14 cykli
RAM	250 cykli
Dysk	41 000 000 cykli
Sieć	240 000 000 cykli

Powody widać wyraźnie — dysk to urządzenie fizyczne, często jeszcze w postaci wirujących dysków, więc pobiera dane znacznie wolniej niż urządzenia czysto półprzewodnikowe (na przykład pamięć operacyjna) czy dedykowane pamięci podręczne. Podobnie dane nie wędrują w sieci z punktu A do punktu B w sposób natychmiastowy. Światło potrzebuje 0,1344 sekundy, aby okrążyć kulę ziemską! W sieci używanej przez miliony osób wchodzących ze sobą w liczne interakcje szybkość przesyłania informacji jest znacznie wolniejsza niż prędkość światła, bo nie ma tu wielu linii prostych, a zdarzają się objazdy i zatory. W efekcie opóźnienie wzrasta znacząco.

Gdy nasze oprogramowanie działało na komputerach osobistych pod biurkiem, przez sieć nie realizowało się prawie żadnej komunikacji. Opóźnienia w interakcji z edytorem tekstu lub arkuszem kalkulacyjnym dotyczyły tak naprawdę jedynie czasu dostępu do dysku twardego. Ten czas dostępu udało się znacząco poprawić. Po zastosowaniu pamięci podręcznej lub szybszego dysku oprogramowanie wydaje się użytkownikowi znacznie szybsze. Przyzwyczajeni do tej szybkości użytkownicy oczekują tego samego od innych narzędzi.

Pojawienie się rozwiązań chmurowych i oprogramowania bazującego na przeglądarkach internetowych spowodowało, że dane opuściły lokalne dyski i zamieszkały na dyskach zdalnych, a dostęp do danych odbywa się poprzez internet. Czasy dostępu do danych znowu uległy znacznemu wydłużeniu. Sieciowe wejście-wyjście jest powolne. Mimo to coraz to więcej firm migruje fragmenty swoich aplikacji do **chmury**, a coraz więcej rozwiązań bazuje tylko i wyłącznie na wersji sieciowej.

Mechanizmy Node zaprojektowano, by przyspieszyć komunikację wejście-wyjście, czyli zaprojektowano je dla nowego, sieciowego świata, gdzie dane znajdują się w wielu miejscach i muszą być szybko składane w jedną całość. Wiele tradycyjnych frameworków do budowania aplikacji internetowych powstawało w czasie, gdy użytkownik pracował na swoim komputerze stacjonarnym i od czasu do czasu wykonywał żądania do pojedynczego serwera wykorzystującego relacyjną bazę danych. Nowoczesne oprogramowanie musi obsługiwać dziesiątki tysięcy jednoczesnych połączeń od klientów i używać wielu współdzielonych puli danych wykorzystujących różne protokoły, a sami użytkownicy komunikują się z systemem za pomocą różnorakich urządzeń. Node zaprojektowano z myślą o budowaniu tego rodzaju oprogramowania.

Co oznacza współbieżność, zrównoleglenie, wykonywanie asynchroniczne, wywołanie zwrotne i zdarzenie dla programisty Node?

Współbieżność

Wykonywanie kodu w sposób proceduralny, czyli po kolei, to sensowny pomysł. Sami tak robimy, wykonując zadania w życiu codziennym i przez długi czas języki programowania były naturalnie proceduralne. Przecież instrukcje wysyłane do procesora muszą być wykonywane w przewidywalnym porządku. Jeśli chcę pomnożyć 8 przez 6 i podzielić ten wynik przez 144 dzielone przez 12, a następnie dodać do uzyskanego wyniku 10, operacje muszę wykonać w określonej kolejności:

```
( (8*6) / (144/12) ) + 10
```

Kolejność nie może być jak poniższa:

```
(8*6) / ( (144/12) + 10 )
```

Taki przykład łatwo zrozumieć. Początkowo komputery posiadały tylko jeden procesor, a przetwarzanie jednej instrukcji blokowało przetwarzanie następnych. Obecnie ta prostota w zasadzie zanikła, bo nawet telefony komórkowe posiadają procesory wielordzeniowe.

Jeśli przyjrzymy się poprzedniemu przykładowi, to zauważymy, że obliczenie `144/12` i `8×6` można realizować niezależnie — jedno zadanie nie zależy od drugiego. Problem można podzielić na mniejsze i przydzielić je wielu osobom lub procesom wykonawczym, aby realizowały zadania równolegle. Wynik tych obliczeń cząstkowych łączy się później w jedną całość, aby otrzymać wynik ostateczny.

Wiele procesów, gdy każdy z nich rozwiązuje symultanicznie jeden problem matematyczny, to przykład **zrównoleglenia**.

Rob Pike, współtwórca języka programowania Go (stworzonego w firmie Google), definiuje **współbieżność** w następujący sposób:

> *Współbieżność to takie ustrukturyzowanie rzeczy, aby jeśli to tylko możliwe, dopuszczalne było zrównoleglenie w celu realizacji zadania lepiej lub szybciej. Zrównoleglenie nie jest celem współbieżności; celem współbieżności jest dobra struktura.*

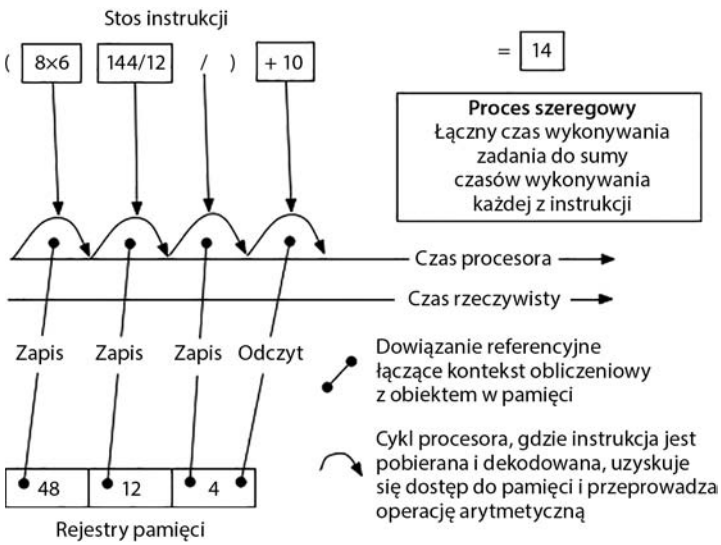
Współbieżność to nie zrównoleglenie. System korzystający z zasad współbieżności pozwala programiście na dekompozycję aplikacji **tak, jak gdyby** wiele niezależnych procesów wykonywało równocześnie wiele zadań. Udane frameworki zapewniające budowanie systemów o wysokiej współbieżności ułatwiają definiowanie właściwych rozwiązań i wykorzystanie odpowiedniego słownictwa.

Projekt Node sugeruje, że osiągnięcie głównego celu — łatwego budowania skalowalnych programów sieciowych — zawiera w sobie uproszczenie wykonywania współistniejących procesów i ich kompozycji. Node pomaga programiście poprawnie wnioskować na temat programu, w którym wiele rzeczy może dziać się jednocześnie (np. obsługa wielu klientów), a także lepiej zorganizować kod.

Przyjrzyjmy się różnicy między zrównolegleniem i współbieżnością, wątkami i procesami, a także specjalnemu sposobowi, dzięki któremu Node stosuje w swoim projekcie najlepsze części każdego z tych elementów.

Równoległość i wątki

Poniższy rysunek przedstawia, w jaki sposób tradycyjny procesor będzie wykonywał opisany wcześniej program.

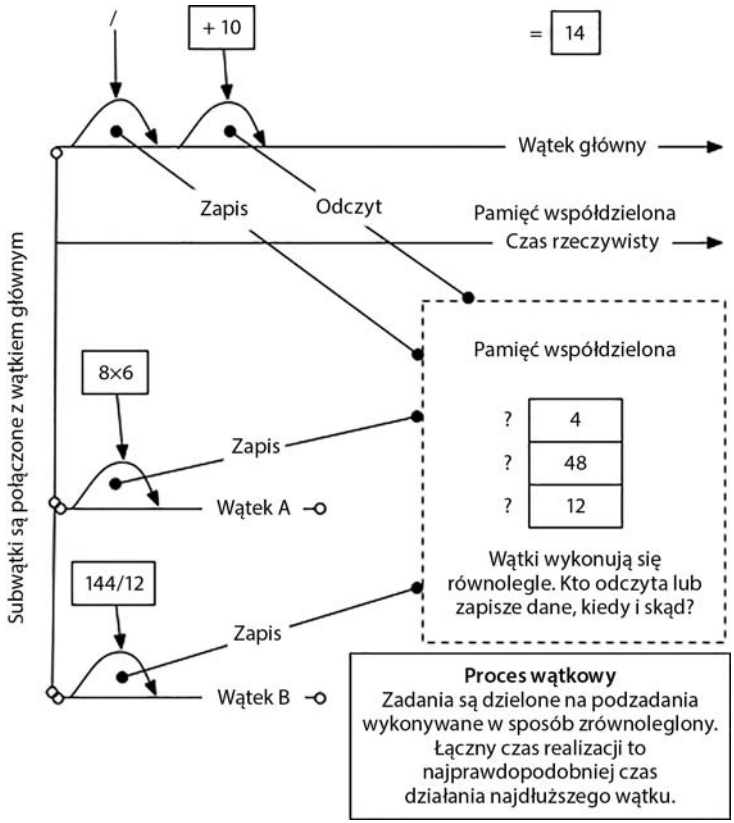


Program został podzielony na poszczególne instrukcje wykonywane w pewnej kolejności. Wszystko działa, ale wymaga, aby instrukcje były wykonywane po kolei, czyli gdy przetwarzana jest jedna instrukcja, następne muszą czekać. To proces blokujący — wykonywanie jednego segmentu łańcucha blokuje pozostałe segmenty. Mówimy o działaniu w sposób **jednowątkowy**.

Mam jednak dobrą wiadomość. Procesor ma (dosłownie) pełną kontrolę nad wszystkim, więc nie ma niebezpieczeństwa, że inny procesor nadpisze mu pamięć lub zmodyfikuje stan, z którego właśnie korzystał. Poświęciliśmy szybkość na rzecz stabilności i bezpieczeństwa.

Lubimy jednak szybkość — przedstawiony model stał się przestarzały, bo projektanci procesorów i programiści systemów wprowadzili systemy z obliczeniami zrównoleglonymi. Zamiast jednego blokującego wątku pojawiło się wiele współdziałających wątków.

To usprawnienie zdecydowanie zwiększyło szybkość obliczeń, ale wprowadziło nowe problemy, przedstawione na poniższym rysunku.



Rysunek przedstawia współdziałające wątki, które działają równolegle wewnątrz jednego procesu, co zmniejsza czas niezbędny na realizację obliczeń. Poszczególne wątki mają na celu rozbicie zadania, rozwiązanie go i złożenie w jedną całość. Ponieważ podzadania można realizować niezależnie, łączny czas działania może ulec znaczącemu skróceniu.

Wątki zapewniają zrównoleglenie wewnątrz jednego procesu. Każdy wątek reprezentuje jedną sekwencję (szeregowo wykonywanych) instrukcji. Proces może zawierać dowolną liczbę wątków.

Pojawiające się problemy wynikają ze złożoności związanej z synchronizacją wątków. Bardzo trudno modeluje się wysoce współbieżne rozwiązania za pomocą wątków, w szczególności w modelach, w których dochodzi do współdzielenia stanu. Niełatwo przewidzieć wszystkie scenariusze oddziaływania jednego wątku na drugi, jeśli nie wiadomo dokładnie, kiedy asynchronicznie wykonywany wątek zakończy swoje działania.

- Współdzielona pamięć i związane z tym blokowanie powodują, że bardzo trudno coś wnioskować o działaniu systemu, szczególnie gdy jest bardzo skomplikowany.

- Komunikacja między zadaniami wymaga implementacji dużej liczby elementów synchronizujących, takich jak blokady, semafory, zmienne warunkowe itp. Już trudne środowisko wymaga naprawdę złożonych narzędzi, co zmusza do dysponowania sporą wiedzą nawet w przypadku tworzenia relatywnie prostego systemu.
- Wyścig i blokada wzajemna to typowe błędy pojawiające się w tego rodzaju systemach. Ws\z odpowiednią kolejnością operacji, bo dwa wątki mogą uczestniczyć w **wyścigu** o właściwą zmianę stanu, zdarzenia lub innej kluczowej charakterystyki systemu.
- Ponieważ zachowanie odpowiednich granic między wątkami i ich stanami jest tak trudne, zapewnienie, że biblioteka (w przypadku Node będzie to **pakiet** lub **moduł**) jest bezpieczna wątkowo, wymaga poświęcenia mnóstwa czasu po stronie programisty. Czy wiem, że biblioteka nie zniszczy pewnej części mojej aplikacji? Zagwarantowanie bezpieczeństwa wątkowego wymaga od twórcy biblioteki dużej uwagi, a gwarancje mogą też być warunkowe — na przykład biblioteka może wskazać, że jest bezpieczna wątkowo w kwestii odczytu, ale nie w kwestii zapisu.

Chcielibyśmy uzyskać szybkość związaną ze zrównolegleniem dzięki wątkom, ale bez zaprzątania sobie głowy semaforami i blokadami. W świecie systemu Unix ten pomysł nazywa się często **regułą prostoty**: *programiści powinni w trakcie projektowania dążyć do prostoty i poszukiwać sposobów podziału programu na niewielkie, współpracujące ze sobą elementy; zniechęca się tak programistów do tworzenia wspaniale złożonych systemów, które w praktyce są programami narażonymi na błędy*.

Współbieżność i procesy

Zrównoleglenie w jednym procesie to złożona iluzja osiągana dzięki bardzo wyrafinowanemu sprzętowi i oprogramowaniu. Tak naprawdę jednak każdemu zależy na postrzeganym działaniu — jak system działa i jak jest programowany przez programistę. Wątki powodują, że zrównoleglenie jest bardzo wydajne, ale czynią współbieżność znacznie trudniejszą w analizie.

Zamiast zrzucać złożoność tego rodzaju na programistę, Node sam zarządza wątkami wejścia-wyjścia, upraszczając wszystko i wymagając od twórcy kodu jedynie sterowania przepływem między poszczególnymi zdarzeniami. Istnieje potrzeba **mikrozarządzania** wątkami wejścia-wyjścia — dzięki temu programista projektujący aplikację skupia się jedynie na miejscach dostępu do danych (wywołania zwrotne) i instrukcjach wykonywanych, gdy dane będą już dostępne. Pojedynczy strumień instrukcji, który jawnie przejmuje kontrolę i się jej zrzeka, nie naraża nas na kolizje i jest przewidywalny.

- Zamiast martwić się o blokady i kolizje, programista skupia się na tworzeniu łańcuchów instrukcji, których kolejność jest przewidywalna.
- Zrównoleglenie osiąga się za pomocą wielu procesów, gdzie każdy proces posiada własny obszar pamięci, co zapewnia nieskomplikowaną komunikację między procesami — dzięki **regule prostoty** uzyskujemy nie tylko proste i prawdopodobnie bezbłędne komponenty, ale również poprawiamy interoperacyjność.

- Stan nie jest (dowolnie) współdzielony między poszczególnymi procesami Node. Proces automatycznie chroni się przed niespodziewanymi wizytami innych procesów, które mogłyby zająć jego zasoby i namieszać w pamięci. Komunikacja odbywa się prostymi kanałami z użyciem prostych protokołów, co znacząco utrudnia pisanie programów wykonujących nieprzewidywalne zmiany w innych procesach.
- Bezpieczeństwo wątkowe to coś, co przestaje być dla programisty jedną z trosk i przyczyną straty czasu. Ponieważ współbieżność jednowątkowa zapobiega kolizjom trapiącym współbieżność wielowątkową, programowanie przebiega sprawniej i pewniej.

Pojedynczy wątek opisujący asynchroniczne sterowanie przepływem i zarządzany efektywnie przez pętlę zdarzeń zapewnia stabilność, czytelność, łatwość konserwacji i dużą odporność na błędy programów Node. Dobrą wiadomością jest to, że Node w dużej mierze pozwala wykorzystać szybkość i siłę wielowątkowości — dzięki sprytnemu zaprojektowaniu siła ta jest transparentna dla programisty, więc potrafi on z niej skorzystać przy dużo mniejszym wysiłku.

Zdarzenia

Wiele rozszerzeń JavaScript dostępnych w Node emituje zdarzenia. Są to instancje `events.EventEmitter`. Każdy obiekt może rozszerzać `EventEmitter`, co pozwala programistom budować zwięzłe, asynchroniczne interfejsy dla metod obiektowych.

Przyjrzymy się teraz prostemu przykładowi, który ilustruje wykorzystanie obiektu `EventEmitter` jako prototypu dla konstruktora. Ponieważ każda tworzona w ten sposób instancja będzie posiadała obiekt `EventEmitter` w łańcuchu prototypów, `this` zapewni naturalny dostęp do **API** (ang. *Application Programming Interface*) zdarzeń. Metody instancji mogą emitować zdarzenia, a te mogą być nasłuchiwane. W przykładzie emitujemy zdarzenie z najnowszą wartością licznika po wywołaniu metody `counter.increment`. W innym fragmencie kodu nasłuchujemy zdarzenia `incremented` i po prostu wyświetlamy zawartość licznika w wierszu poleceń.

```
var EventEmitter = require('events').EventEmitter;
var util = require('util');

var Counter = function(init) {
   this.increment = function() {
      init++;
      this.emit('incremented', init);
   }
}

util.inherits(Counter, EventEmitter);

var counter = new Counter(10);

var callback = function(count) {
   console.log(count);
```

```
}
counter.addListener('incremented', callback);

counter.increment(); // 11
counter.increment(); // 12
```

Dostęp do przykładów

Wszystkie prezentowane w książce przykłady znajdziesz w pliku dostępnym na stronie wydawnictwa pod adresem *ftp://ftp.helion.pl/przyklady/nodepr.zip*.

Aby usunąć funkcję nasłuchującą zdarzenia przypisaną do `counter`, użyj polecenia `counter.removeListener('incremented', callback)`.

Obiekt `EventEmitter` jest rozszerzalny, więc można skorzystać z pełnej elastyczności języka JavaScript. Na przykład obsługę strumieni danych wejścia-wyjścia można obsłużyć w sposób bazujący na zdarzeniach przy zachowaniu zasady asynchronicznego, nieblokującego programowania obowiązującej w Node:

```
var stream = require('stream');
var Readable = stream.Readable;
var util = require('util');

var Reader = function() {
   Readable.call(this);
   this.counter = 0;
}

util.inherits(Reader, Readable);

Reader.prototype._read = function() {
   if(++this.counter > 10) {
      return this.push(null);
   }
   this.push(this.counter.toString());
};

// Po zajściu zdarzenia #data wyświetl fragment danych.
var reader = new Reader();
reader.setEncoding('utf8');
reader.on('data', function(chunk) {
   console.log(chunk);
});
reader.on('end', function() {
   console.log('--zakończono--');
});
```

W przedstawionym programie używamy strumienia `Reader` wysyłającego zbiór liczb — element nasłuchujący zdarzenia `data` strumienia pobiera liczby, gdy są generowane, i wyświetla je na

ekranie. Po zakończeniu strumienia program wyświetla dodatkowy komunikat o końcu strumienia. Kod nasłuchujący jest wywoływany raz na każdą liczbę, co oznacza, że wykonywanie zbioru liczb nie blokuje pętli zdarzeń. Ponieważ pętla zdarzeń Node musi zapewnić zasoby tylko do obsługi wywołań zwrotnych, wiele innych instrukcji może zostać wykonanych między każdym zdarzeniem.

Pętla zdarzeń

Kod stosowany w oprogramowaniu, które nie korzysta z sieci, jest najczęściej synchroniczny i blokujący. Operacje wejścia-wyjścia w poniższym pseudokodzie również są blokujące:

```
variable = produceAValue()
print variable
// Pewna wartość zostanie wyświetlona po zakończeniu #produceAValue.
```

Poniższa iteracja będzie odczytywała zawartość jednego pliku, wyświetlała ją, a następnie przechodziła do następnego pliku aż do zakończenia pętli:

```
fileNames = ['a','b','c']
while(filename = fileNames.shift()) {
   fileContents = File.read(filename)
   print fileContents
}
// > a
// > b
// > c
```

To dobre rozwiązanie w wielu sytuacjach. Ale co się stanie, jeśli pliki są bardzo duże? Jeśli pobranie jednego pliku zajmie sekundę, pobranie wszystkich zajmie trzy sekundy. Pobieranie jednego pliku czeka na pobranie wcześniejszego, co jest mało wydajne i powolne. Wykorzystując Node, możemy zainicjować jednoczesny odczyt wszystkich trzech plików:

```
var fs = require('fs');
var fileNames = ['a','b','c'];
fileNames.forEach(function(filename) {
   fs.readFile(filename, {encoding:'utf8'}, function(err, content) {
      console.log(content);
   });
});
// > b
// > a
// > c
```

Ta wersja odczyta wszystkie trzy pliki jednocześnie. Każde wywołanie `fs.readFile` zwróci wynik w pewnym nieznanym momencie w przyszłości. Nie możemy w tej sytuacji mieć pewności, że pliki wyświetlą się w zadanej kolejności. W wielu sytuacjach czas niezbędny na pobranie wszystkich trzech plików będzie podobny do czasu potrzebnego na pobranie jednego z nich, czyli będzie zdecydowanie krótszy niż trzy sekundy. Zamieniliśmy przewidywalną kolejność wyświetlenia na szybkość działania i podobnie jak dla wątków synchronizacja współbieżnego

środowiska wymaga pewnej dodatkowej pracy. W jaki sposób zarządzać nieprzewidywalnymi zdarzeniami i jak je opisywać, aby kod był przejrzysty **oraz** wydajny?

Kluczową decyzją projektową dokonaną przez twórców Node było zaimplementowanie pętli zdarzeń jako menedżera współbieżności. Poniższy opis programowania bazującego na zdarzeniach (to fragment ze strony *http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Event-driven_programming.html*) nie tylko opisuje paradygmat sterowania zdarzeniami, ale również wprowadza w mechanizm działania zdarzeń w Node i wyjaśnia, dlaczego JavaScript jest idealnym językiem dla tego rodzaju paradygmatu.

> *W programowaniu komputerowym programowanie wykorzystujące zdarzenia lub programowanie bazujące na zdarzeniach to paradygmat, w którym przebiegiem programu sterują zdarzenia — wyjście sensora, akcja użytkownika (kliknięcie, naciśnięcie klawisza) lub komunikat z innego programu lub wątku.*
>
> *Programowanie wykorzystujące zdarzenia można również zdefiniować jako sposób tworzenia architektury aplikacji, w której aplikacja posiada główną pętlę podzieloną na dwie części: pierwszą jest wybór zdarzenia (lub wykrywanie zdarzeń), a drugą jest obsługa zdarzenia (…).*
>
> *Programy sterowane zdarzeniami można tworzyć w dowolnym języku programowania, ale zadanie to jest łatwiejsze, jeśli ma się do dyspozycji abstrakcje wysokiego poziomu, na przykład domknięcia.*

Jak wcześniej wykazaliśmy, środowiska jednowątkowe będą się blokowały, a co za tym idzie, będą działały powoli. V8 to jednowątkowe środowisko wykonawcze dla programów JavaScript.

W jaki sposób tę architekturę jednowątkową uczynić efektywną?

Node czyni pojedyncze wątki wydajniejszymi, bo deleguje wiele operacji blokujących do elementów systemu operacyjnego, więc główny wątek V8 działa tylko wtedy, gdy są dane do obróbki. Główny wątek (program wykonywany przez Node) wyraża zainteresowanie pewnymi danymi (na przykład poprzez `fs.readFile`) i przekazuje wywołanie zwrotne pozwalające na otrzymanie informacji, gdy dane będą dostępne. Dopóki dane nie nadejdą, główny wątek V8 może realizować inne zadania. Jak to się dzieje? Node deleguje zadania wejścia-wyjścia do biblioteki **libuv**, którą można opisać następująco (to fragment ze strony *http://nikhilm.github.io/uvbook/basics.*
↪html#event-loops):

> *W programowaniu wykorzystującym zdarzenia aplikacja wyraża zainteresowanie pewnymi zdarzeniami i reaguje na nie, gdy już zajdą. Odpowiedzialność za zbieranie zdarzeń z systemu operacyjnego i monitorowanie innych źródeł zdarzeń to zadanie biblioteki libuv. Użytkownik biblioteki jedynie rejestruje funkcje zwrotne wywoływane w momencie zajścia zdarzenia.*

W przedstawionym cytacie **użytkownik** to proces Node wykonujący program JavaScript. **Wywołania zwrotne** to funkcje JavaScript. Za zarządzanie wywołaniami zwrotnymi odpowiada pętla zdarzeń Node. Node zarządza kolejką żądań wejścia-wyjścia, stosując libuv, które odpowiada

za komunikację z systemem operacyjnym i przekazanie wyniku do funkcji zwrotnej napisanej w języku JavaScript.

Rozważmy następujący kod:

```
var fs = require('fs');
fs.readFile('test.js', {encoding:'utf8'}, function(err, fileContents) {
   console.log('Następnie jest dostępna treść:', fileContents);
});
console.log('To nastąpi wcześniej.');
```

Program wyświetli poniższy wynik:

```
> To nastąpi wcześniej.
> Następnie jest dostępna treść: [treść pliku]
```

Oto co się dzieje w Node w trakcie wykonywania programu.

- Node wczytuje moduł `fs`. Zapewnia on dostęp do `fs.binding`, które jest „odwzorowaniem statycznym zdefiniowanym w *src/node.cc*, które łączy kod C++ i JavaScript" (*https://groups.google.com/forum/#!msg/nodejs/R5fDzBr0eEk/lrCKaJX_6vIJ*).
- Metoda `fs.readFile` otrzymuje instrukcje dotyczące pliku i wywołanie zwrotne w postaci funkcji JavaScript. Poprzez `fs.binding` libuv zostaje powiadomione o żądaniu odczytu pliku i otrzymuje specjalnie przygotowaną wersję wywołania zwrotnego, zapewniającą późniejsze uruchomienie właściwej funkcji.
- Biblioteka libuv wywołuje funkcje systemu operacyjnego niezbędne do odczytu pliku, wykorzystując przy tym własną pulę wątków.
- Program JavaScript kontynuuje działanie, wyświetlając `To nastąpi wcześniej`. Ponieważ jest aktywne wywołanie zwrotne, pętla zdarzeń czeka na otrzymanie informacji zwrotnej.
- Gdy deskryptor pliku zostanie odczytany przez system operacyjny, libuv (poprzez wewnętrzne mechanizmy) jest o tym informowane i zostaje uruchomione wywołanie zwrotne przekazane do libuv, które w praktyce przygotowuje oryginalne wywołanie zwrotne do umieszczenia w głównym wątku (wykonywanym przez V8).
- Oryginalne wywołanie zwrotne trafia do kolejki pętli zdarzeń i będzie wykonane w następnym cyklu.
- Zawartość pliku zostaje wyświetlona na ekranie.
- Ponieważ nie ma innych wywołań zwrotnych, proces kończy swoje działanie.

Tutaj widzimy kluczowe rozwiązania, które Node stosuje do obsługi szybkiego, łatwego w zarządzaniu i skalowalnego wejścia-wyjścia. Jeśli program 10 razy odczytywałby plik *test.js*, łączny czas realizacji pozostałby mniej więcej taki sam. Każde wywołanie byłoby uruchomione **równolegle** w swoim **własnym wątku** w puli wątków biblioteki libuv. Choć pisaliśmy kod w JavaScript, tak naprawdę uruchomiliśmy bardzo wydajną, wielowątkową maszynerię, ale **uniknęliśmy bólu głowy związanego z zarządzaniem wątkami**.

Przyjrzyjmy się bliżej, w jaki sposób wyniki biblioteki libuv trafiają do głównej pętli zdarzeń.

Gdy dane stają się dostępne na poziomie interfejsu gniazda sieciowego lub strumienia, nie możemy od razu wykonać funkcji wywołania zwrotnego. JavaScript jest jednowątkowy, więc wyniki trzeba synchronizować. Nie możemy nagle zmienić stanu w środku cyklu pętli zdarzeń — doprowadziłoby to do klasycznych problemów trapiących aplikacje wielowątkowe, takich jak wyścig, konflikty w dostępie do pamięci itp.

Przy wejściu do pętli zdarzeń Node wykonuje (w praktyce) kopię aktualnej kolejki instrukcji (nazywanej **stosem**), czyści oryginalną kolejkę i uruchamia jej kopię. Przetwarzanie tej kolejki instrukcji nazywa się **cyklem**. Jeśli libuv otrzyma wyniki asynchronicznie, gdy zbiór instrukcji skopiowany na początku cyklu jest w trakcie realizacji przez główny wątek (V8), wynik (otoczony wywołaniem zwrotnym) jest kolejkowany. Gdy aktualna kolejka zostanie wyczyszczona i zakończy się jej ostatnia instrukcja, kolejka będzie sprawdzana pod kątem instrukcji do wykonania w **następnym cyklu**. Wzorzec sprawdzania i wykonywania kolejki będzie się powtarzał (w pętli) aż do wyczyszczenia kolejki zadań. W takiej sytuacji nie będą już przyjmowane żadne dodatkowe dane i proces Node po prostu się zakończy.

> Dostępna pod adresem *https://github.com/nodejs/node-v0.x-archive/issues/5798* dyskusja między głównymi programistami Node na temat implementacji `process.nextTick` i `setImmediate` zawiera wiele bardzo dokładnych informacji na temat działania pętli zdarzeń.

Oto lista rodzajów zdarzeń wejścia-wyjścia, które trafiają do kolejki.

- **Bloki wykonawcze** — to bloki kodu JavaScript zawierające właściwy program Node; są to funkcje, wyrażenia, pętle itp. Dotyczy to również zdarzeń `EventEmitter` zgłoszonych w aktualnym kontekście wykonywania.
- **Opóźnienia czasowe** — to funkcje wywołania zwrotnego wskazane do wykonania w przyszłości po czasie określonym w milisekundach za pomocą funkcji takich jak `setTimeout` i `setInterval`.
- **Wejście-wyjście** — przygotowane wywołania zwrotne zwracane do głównego wątku po ich wcześniejszym oddelegowaniu do puli wątków zarządzanych przez Node. Dotyczą one obsługi plików i ruchu sieciowego.
- **Opóźnione bloki wykonawcze** — to najczęściej funkcje umieszczone na stosie zgodnie z zasadami wyznaczonymi przez funkcje `setImmediate` i `process.nextTick`.

Warto pamiętać o dwóch ważnych kwestiach.

- Nie uruchamia się i nie zatrzymuje pętli zdarzeń. Pętla zaczyna działać w momencie uruchomienia procesu i kończy się, gdy nie ma już żadnych wywołań zwrotnych do obsłużenia. Oznacza to, że pętla może działać wiecznie.
- Pętla zdarzeń wykonuje się w jednym wątku, ale operacje wejścia-wyjścia deleguje do biblioteki libuv, która zarządza pulą wątków, wykonuje działania równolegle i powiadamia pętlę zdarzeń o ich zrealizowaniu lub otrzymaniu części wyników. Uzyskuje się w ten sposób bezpieczeństwo programowania jednowątkowego przy jednoczesnym wykorzystaniu wielu zalet systemu wielowątkowego.

Aby dowiedzieć się więcej na temat tego, w jaki sposób Node korzysta z biblioteki libuv i innych głównych bibliotek, przejrzyj kod modułu `fs` dostępny pod adresem *https://github.com/nodejs/node/blob/master/lib/fs.js*. Porównaj metody `fs.read` i `fs.readSync`, aby poznać różnicę w obsłudze wersji synchronicznej i asynchronicznej. Zwróć też uwagę na wywołanie zwrotne `wrapper` przekazywane do metody `binding.read` w metodzie `fs.read`.

Aby jeszcze dokładniej przyjrzeć się, jak został zaprojektowany Node, włączając w to implementację kolejki, przejrzyj jego kod źródłowy dostępny pod adresem *https://github.com/nodejs/node/tree/master/src*. Prześledź `MakeCallback` w plikach *fs_event_wrap.cc* i *node.cc*. Sprawdź też klasę `req_wrap`, otoczkę dla silnika JavaScript V8, która znajduje się w pliku *node_file.cc*, a jej definicja w pliku *req_wrap.h*.

Wpływ sposobu zaprojektowania Node na architektów systemów

Node to nadal stosunkowo nowa technologia. Przekroczyła wersję 1.0 już jakiś czas temu i cały czas się rozwija. Błędy bezpieczeństwa są znajdowane i poprawiane. Wycieki pamięci są znajdowane i naprawiane. Eran Hammer, o którym wspomniałem na początku rozdziału, a także cały jego zespół w Walmart Labs, aktywnie uczestniczą w rozwoju Node, szczególnie jeśli znajdą błędy! Dotyczy to również wielu innych dużych firm, które wykorzystują Node, np. firmy PayPal.

Jeśli wybrałeś Node, a Twoja aplikacja osiągnęła rozmiar, który powoduje chęć sięgnięcia po książkę na temat wdrażania Node, masz możliwość nie tylko skorzystania z wiedzy społeczności, ale również samodzielnego stworzenia odpowiedniego środowiska. Node to projekt otwartego oprogramowania, więc możesz zgłaszać własne poprawki i udoskonalenia.

Poza zdarzeniami istnieją jeszcze dwa inne kluczowe elementy, których zrozumienie niezbędne jest do opanowania Node na nieco głębszym poziomie — budowanie systemów z mniejszych części i wykorzystanie zdarzeniowych wersji strumieni wraz z przekazywaniem między nimi danych.

Budowanie większych systemów z mniejszych

W swojej książce *UNIX. Sztuka programowania* Eric Raymond zaproponował **regułę modularności**:

> *Jedynym sposobem pisania skomplikowanego oprogramowania, które nie będzie się spektakularnie wykładać, jest ograniczenie jego ogólnej złożoności — budowanie programów z prostych części połączonych dobrze zdefiniowanymi interfejsami, aby większość problemów miała charakter lokalny i była nadzieja na to, że uda się ulepszyć jedną z części bez psucia całości.*

Pomysł budowania złożonych systemów z „prostych, luźno połączonych części" napotyka się w teorii zarządzania, teorii rządzenia, przemyśle i wielu innych kontekstach. W aspekcie tworzenia oprogramowania zaleca się programistom tworzenie i stosowanie jedynie najprostszych, najbardziej użytecznych komponentów niezbędnych do poprawnego działania w większym systemie. Duże systemy znacznie trudniej analizować, szczególnie jeśli granice poszczególnych komponentów nie są dobrze zarysowane.

Jedną z podstawowych trudności w trakcie konstruowania skalowalnych programów JavaScript jest brak standardowego interfejsu do składania większego programu z mniejszych części. Na przykład typowa aplikacja internetowa może wczytywać zależności za pomocą zestawu znaczników `<script>` w sekcji `<head>` dokumentu **HTML** (ang. *HyperText Markup Language*):

```
<head>
   <script src="plikA.js"></script>
   <script src="plikB.js"></script>
</head>
```

Tego rodzaju system ma wiele wad.

- Wszystkie potencjalne zależności trzeba wcześniej zadeklarować — dynamiczne dodawanie zależności wymaga dodatkowych **sztuczek**.
- Poszczególne skrypty nie są odpowiednio zahermetyzowane — nic nie zablokuje sytuacji, w której kilka plików zmieni jakiś globalny obiekt. Przestrzenie nazw mogą łatwo ze sobą kolidować, co czyni dowolne wstrzykiwanie kodu dosyć niebezpiecznym.
- Plik *plikA.js* nie może skorzystać z *plikB.js* jako kolekcji, czyli na przykład użyć zapisu kontekstowego typu `plikB.metoda`.
- Rozwiązanie ze znacznikiem `<script>` powstało, zanim zaczęto tak naprawdę projektować systemy modułowe, więc nie wie nic o zależnościach i wersjonowaniu.
- Skryptów nie można łatwo usunąć lub nadpisać.
- Z powodu wszystkich wymienionych zagrożeń współdzielenie nie jest tak łatwe, jak mogłoby być, co utrudnia współpracę w otwartym ekosystemie.

Ambiwalentne wstawianie w aplikacji nieprzewidywalnych fragmentów kodu przeczy chęci zapewniania przewidywalnej funkcjonalności. Tak naprawdę potrzebny jest pewien standard wczytywania i współdzielenia niezależnych modułów programu.

W odpowiedzi na to wyzwanie Node wprowadziło pojęcie **pakietu**, który bazuje na specyfikacji CommonJS. Pakiet to zbiór plików z kodem połączonych w jedną całość za pomocą pliku manifestu opisującego cały zbiór. Zależności, autorstwo, cel, struktura i inne istotne dane znajdują się w pliku manifestu w ustandaryzowanym formacie. Zachęca to do tworzenia dużych systemów z wielu małych, niezależnych podsystemów. Co ważniejsze, zachęca do współdzielenia się kodem.

To, co tu opisuję, nie jest problemem technicznym.
To kwestia zbierania się ludzi razem i podejmowania decyzji,
które inicjują postęp i wspólne budowanie czegoś większego i lepszego.

— Kevin Dangoor, twórca CommonJS

W dużej mierze sukces Node wynika z ogromnej liczby i nierzadko wysokiej jakości pakietów udostępnianych przez społeczność Node za pomocą standardowego systemu zarządzania pakietami — **npm**. Ten system sprawił, że JavaScript stał się jednym z profesjonalnych języków.

> Wprowadzenie do npm dla wszystkich osób, które dopiero poznają tajniki Node, znajduje się pod adresem *https://docs.npmjs.com/*.

Strumienie

W swojej książce *Język C++. Kompendium wiedzy. Wydanie IV* Bjarne Stroustrup wyjaśnia:

> *Projektowanie i implementacja ogólnego mechanizmu wejścia-wyjścia dla języka programowania jest notorycznie trudne. (…) Mechanizm wejścia-wyjścia powinien być łatwy, wygodny i bezpieczny w użyciu, wydajny i elastyczny, a co najważniejsze, powinien być kompletny.*

Nie powinno nikogo dziwić, że zespół projektujący Node bardzo mocno skupił się na zapewnieniu wydajnego i łatwego w użyciu wejścia-wyjścia. Poprzez symetryczny i prosty interfejs, który obsługuje bufory danych i zdarzenia strumieni, aby nie musiał się tym zajmować programista, moduł `Stream` z Node to zalecany sposób zarządzania synchronicznymi strumieniami danych zarówno w modułach wewnętrznych, jak i w modułach, które programista tworzy samodzielnie.

> Bardzo dobre wprowadzenie do modułu `Stream` znajduje się pod adresem *https://github.com/substack/stream-handbook*. Dokumentacja Node dotycząca tego tematu znajduje się pod adresem *https://nodejs.org/api/stream.html*.

Strumień w Node to po prostu ciąg bajtów lub jak kto woli, ciąg znaków. Na każdym etapie strumień zawiera bufor bajtów, a ten bufor może mieć długość zero lub więcej bajtów.

Ponieważ każdy znak w strumieniu jest dobrze zdefiniowany i ponieważ każdy typ danych cyfrowych można wyrazić bajtami, każdą część strumienia można przekierować lub **przesłać potokiem** do dowolnego innego strumienia. Poszczególne fragmenty strumienia mogą trafić do różnych obsługujących je funkcji. W ten sposób interfejs wejściowy i wyjściowy strumienia jest zarówno elastyczny, jak i przewidywalny, a co równie ważne, daje się łatwo łączyć w większe całości.

Poza zdarzeniami system Node znany jest właśnie z bardzo intensywnego wykorzystania strumieni. Bazując na pomyśle budowania aplikacji z wielu mniejszych procesów emitujących zdarzenia lub reagujących na nie, kilka modułów wejścia-wyjścia z Node wykorzystuje właśnie strumienie. Gniazda sieciowe, odczyt i zapis plików, obsługa standardowego wyjścia i wejścia, obsługa Zlib itp. to wszystko producenci lub konsumenci danych, których można łatwo połączyć w większą całość dzięki abstrakcyjnemu interfejsowi `Stream`. Zauważ tu bardzo duże podobieństwo do potoków Unix.

Pięć różnych klas bazowych wykorzystuje abstrakcyjny interfejs `Stream`: `Readable`, `Writable`, `Duplex`, `Transform` i `PassThrough`. Każda z klas bazowych dziedziczy po `EventEmitter`, czyli interfejsie umożliwiającym zgłaszanie zdarzeń i podłączanie procedur ich obsługi. Strumienie w Node to strumienie zdarzeniowe, a przesył danych między procesami odbywa się właśnie za pomocą strumieni. Ponieważ strumienie można łatwo łączyć w łańcuchy działań, stanowią jedno z podstawowych narzędzi programisty Node.

Warto, abyś jako programista wiedział, czym są strumienie i jak zostały zaimplementowane w Node, ponieważ będziemy z nich bardzo intensywnie korzystać w dalszej części książki.

Wykorzystanie JavaScript na każdym etapie projektu maksymalizuje dobre efekty

JavaScript stał się językiem wszechstronnym. Oczywiście istnieją systemy wykonawcze języka w każdej przeglądarce internetowej. V8, interpreter JavaScript wykorzystywany przez Node, to ten sam interpreter, który znajduje się w przeglądarce Chrome firmy Google. Sam język poszedł nawet dalej i obejmuje obecnie swoim zasięgiem zarówno warstwę kliencką, jak i warstwę serwerową stosu oprogramowania. JavaScriptu używa się do odpytywania bazy danych CouchDB, do realizacji operacji odwzorowanie-redukcja w MongoDB, a nawet do znajdowania kolekcji w ElasticSearch. Bardzo popularny format danych **JSON** (ang. *JavaScript Object Notation*) tak naprawdę reprezentuje dane jako obiekty JavaScript.

Gdy w jednej aplikacji używa się różnych języków, wzrasta koszt **przełączania kontekstu**. Jeśli system składa się z części opisywanych różnymi językami, architekturę systemu znacznie trudniej opisać, zrozumieć i rozszerzyć. Jeśli poszczególne części **mówią** inaczej, potrzebne są kosztowne mechanizmy tłumaczące.

Nieefektywność zrozumienia wszystkich elementów prowadzi do zwiększenia kosztów i powstawania bardziej wrażliwych systemów. Członkowie zespołu programistycznego muszą dobrze znać wszystkie języki lub muszą być podzieleni zadaniowo, co zwiększa koszty szkoleń lub znalezienia dobrych programistów. Gdy szczegóły działania istotnej części systemu znane są tylko kilku inżynierom, zmniejszy się poziom współpracy w zespole, co zwiększy koszt aktualizacji i uczyni je trudniejszymi, a także podatniejszymi na błędy.

Jakie nowe możliwości mogą się pojawić, gdy te trudności uda się zredukować, a nawet wyeliminować?

Zamiana kodu

Ponieważ część kliencka i serwerowa mówi tym samym językiem, mogą współdzielić pewne części kodu. Jeśli budujesz aplikację internetową, otwiera to bardzo interesujące (i unikatowe) możliwości.

Rozważmy aplikację, która umożliwia klientowi wykonywanie zmian w innym środowisku. Narzędzie to daje programiście możliwość zmiany kodu JavaScript napędzającego witrynę internetową i pozwala na zobaczenie tej zmiany przez inne klienty w czasie rzeczywistym. Aplikacja musi jednak w jakiś sposób zamienić kod działający w wielu różnych przeglądarkach. Jednym ze sposobów jest zawarcie zmiany w funkcji przekształcającej, przekazanie tej funkcji do wszystkich podłączonych klientów i wykonanie jej w lokalnym środowisku, aby uzyskać wersję **kanoniczną**. Gdy aplikacja źródłowa ewoluuje, emituje **ogólną** aktualizację w postaci kodu JavaScript, a wszystkie klienty także odpowiednio ewoluują. Wykorzystamy tego rodzaju technologię w rozdziale 7.

Ponieważ Node korzysta z języka JavaScript, serwer jest w stanie z własnej inicjatywy podjąć odpowiednie akcje. Sieć może rozgłosić kod, który muszą wykonać klienty. Podobnie to klient może przesłać kod do wykonania przez serwer. Łatwo się domyślić, że w ten sposób dopuszczamy dynamiczną zamianę kodu — proces Node wysyła unikatowy pakiet z kodem JavaScript do wykonania przez konkretnego klienta.

Gdy **zdalne wywoływanie procedur** (**RPC** — ang. *Remote Procedure Calls*) nie wymaga już pośrednika, który tłumaczy dane do właściwego kontekstu, kod może istnieć w sieci tak długo lub tak krótko, jak to jest niezbędne. Może być wykonywany w wielu kontekstach dobieranych na podstawie równoważenia obciążenia, dostępnych danych, mocy obliczeniowej, położenia geograficznego itp.

Browserify

JavaScript to język wspólny dla Node i przeglądarki. Jednakże Node znacząco rozszerza język JavaScript, oferując wiele nowych poleceń i konstrukcji, których nie ma po stronie klienckiej. Na przykład w standardowym JavaScript nie ma odpowiednika modułu `Stream` z Node.

Co więcej, repozytorium npm cały czas się powiększa i obecnie zawiera już ponad 400 tysięcy pakietów Node. Wiele z tych pakietów może być wykorzystywanych po stronie klienckiej i po stronie serwerowej. Rozwój JavaScript po stronie serwerowej spowodował, że zaczęło powstawać coraz więcej bibliotek i modułów o bardzo dobrej jakości, dostępnych dla każdego środowiska.

Browserify to projekt, który powstał, aby ułatwić współdzielenie modułów npm i głównych modułów Node z kodem klienckim. Gdy taki moduł podda się konwersji, można go zaimportować w środowisku przeglądarki zwykłym znacznikiem `<script>`. Instalacja pakietu Browserify jest bardzo prosta:

```
npm install -g browserify
```

Wykonajmy prosty przykład. Utwórz plik *math.js* i napisz kod tak, jakby to był moduł npm:

```
module.exports = function() {
   this.add = function(a, b) {
      return a + b;
   }
   this.subtract = function(a, b) {
      return a - b;
   }
};
```

Następnie napisz program *add.js*, który używa nowego modułu:

```
var Math = require('./math.js');
var math = new Math;

console.log(math.add(1,3)); // 4
```

Wykonanie tego programu w wierszu poleceń za pomocą Node (`node add.js`) spowoduje zwrócenie wyniku `4` w oknie terminalu. Co zrobić, gdybyśmy chcieli teraz wykorzystać ten sam moduł w przeglądarce? Po stronie klienckiej nie ma instrukcji `require`, więc musimy skorzystać z narzędzia Browserify:

```
browserify math.js -o bundle.js
```

Narzędzie przejdzie przez kod, znajdzie instrukcje `require` i automatycznie zbierze wszystkie zależności (a także zależności tych zależności) w jeden plik, który będzie można wczytać w aplikacji klienckiej kodem:

```
<script src="bundle.js"></script>
```

Jako dodatkowy bonus tak wykonany plik automatycznie wprowadzi do środowiska przeglądarki użyteczne zmienne globalne znane z Node, takie jak `__filename`, `__dirname`, `process`, `Buffer` i `global`. Oznacza to między innymi, że w przeglądarce uzyskamy dostęp do metody `process.nextTick`.

> Twórca Browserify, James Halliday, to osoba aktywnie działająca w społeczności Node. Jego prace znajdziesz pod adresem *https://github.com/substack*. Istnieje nawet narzędzie dostępne pod adresem *http://requirebin.com*, które umożliwia testowanie online modułów npm po ich konwersji. Pełną dokumentację narzędzia znajdziesz na stronie *https://github.com/substack/node-browserify#usage*.

Podsumowanie

W tym rozdziale wykonaliśmy bardzo szybki kurs podstaw działania Node. Dowiedziałeś się, dlaczego system Node został zaprojektowany w taki sposób i dlaczego środowisko sterowane zdarzeniami to dobre rozwiązanie dla nowoczesnego oprogramowania sieciowego. Po wyjaśnieniu

pętli zdarzeń, a także podstawowych aspektów współbieżności i zrównoleglenia przeszedłem do opisu jednej z głównych filozofii Node dotyczącej tworzenia oprogramowania, czyli budowania systemu z **małych, luźno powiązanych klocków**. Wyjaśniłem również, jakie zalety daje stosowanie tego samego języka po stronie serwerowej i klienckiej, a także jakie nowe możliwości otwiera.

Masz już teraz ogólne pojęcie na temat aplikacji, które będziemy tworzyć. Pomoże Ci to w trakcie budowania i konserwacji aplikacji Node, bo pozwoli zwrócić odpowiednią uwagę na unikatowe cechy tego systemu. W następnym rozdziale przejdziemy od razu do budowania serwerów za pomocą Node, sposobów ich hostingu, a także podstawowych metod tworzenia z nich paczek i ich dystrybuowania.

Skorowidz

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

Ś

T

U

V

W

Y

Z

Ż

Node.js

Projektowanie, wdrażanie i utrzymywanie aplikacji

W ciągu kilku ostatnich lat JavaScript stał się niezwykle wszechstronnym i wydajnym językiem programowania. Dla kodujących w nim programistów świetnym narzędziem okazuje się platforma Node.js. Ten framework *open source* został zaprojektowany do tworzenia skalowalnych aplikacji internetowych, jednak umożliwia też tworzenie aplikacji sterowanych zdarzeniami. Użytkownicy docenili jego wygodę. Node.js odniósł spory sukces i stał się kluczowym narzędziem programistycznym w wielu firmach. Mimo to znalezienie wyczerpujących informacji o profesjonalnym projektowaniu, testowaniu i wdrażaniu oprogramowania za jego pomocą jest dość trudne.

Niniejsza książka zawiera opis technik i narzędzi pozwalających na wykonanie w Node.js elastycznej, inteligentnej, trwałej i łatwej w utrzymaniu aplikacji o znakomitej jakości. Poza podstawami zaprezentowano tu również zestaw wzorców ułatwiających rozwiązywanie typowych problemów pojawiających się w dzisiejszych projektach. Nie zabrakło licznych przykładów z życia oraz wskazówek, które doceni każdy, kto musi sprawnie wdrożyć trudny projekt. Książka umożliwia zgłębienie tajników Node.js i naukę projektowania modułowego. Sporo miejsca poświęcono też testowaniu i monitorowaniu aplikacji oraz strategiom utrzymania aplikacji przez większy zespół.

Node.js: dojrzała technologia, znakomita wydajność i wszechstronność!

W książce:

- mocne i słabe strony Node.js
- techniki skalowania aplikacji i komunikacja międzyprocesowa
- zarządzanie pamięcią i monitorowanie sesji
- właściwe budowanie potoku tworzenia aplikacji
- konserwacja systemu i strategie zarządzania zależnościami

Sandro Pasquali — programista, przedsiębiorca, twórca firmy technologicznej Simple.com, która sprzedawała pierwszy na świecie framework aplikacyjny oparty na języku JavaScript. Obecnie szkoli zespoły programistów korporacyjnych. W swoim czasie zarządzał projektowaniem wielu aplikacji dla takich firm jak Nintendo, Major League Baseball, LimeWire, AppNexus i Conde Nast, a także dla instytutów badawczych i szkół. Zawsze szuka nowych sposobów na połączenie doskonałości projektowej z innowacyjną technologią.

[PACKT] PUBLISHING open source community experience distilled

Helion

księgarnia internetowa
http://helion.pl

zamówienia telefoniczne
0 801 339900
0 601 339900

Helion SA
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
http://helion.pl

Sprawdź najnowsze promocje:
http://helion.pl/promocje
Książki najchętniej czytane:
http://helion.pl/bestsellery
Zamów informacje o nowościach:
http://helion.pl/nowosci

Informatyka w najlepszym wydaniu

sięgnij po WIĘCEJ
KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-283-3609-4

cena: 54,90 zł