

# Rozšíření SNMP agenta

Síťové aplikace a správa sítí

# Obsah

|          |                                       |           |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Úvod</b>                           | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>Pojmy</b>                          | <b>3</b>  |
| 2.1      | MIB . . . . .                         | 3         |
| 2.2      | SNMP . . . . .                        | 4         |
| 2.3      | Agent . . . . .                       | 4         |
| <b>3</b> | <b>Implementace MIB</b>               | <b>5</b>  |
| 3.1      | .1.3.6.1.3.22 . . . . .               | 5         |
| 3.2      | .1.3.6.1.3.22.4 . . . . .             | 5         |
| 3.3      | Struktura . . . . .                   | 6         |
| <b>4</b> | <b>Implementace agenta</b>            | <b>8</b>  |
| 4.1      | isaAgent.c . . . . .                  | 8         |
| 4.2      | getData.c . . . . .                   | 8         |
| <b>5</b> | <b>Překlad a spuštění SNMP agenta</b> | <b>9</b>  |
| 5.1      | Překlad . . . . .                     | 9         |
| 5.2      | Spuštění net-snmp agenta . . . . .    | 9         |
| 5.3      | Dynamické načtení rozšíření . . . . . | 9         |
| <b>6</b> | <b>Příklad použití</b>                | <b>11</b> |
| 6.1      | .1.3.6.1.3.22 . . . . .               | 11        |
| 6.2      | .1.3.6.1.3.22.4 . . . . .             | 12        |
|          | <b>Literatura</b>                     | <b>14</b> |

# Kapitola 1

## Úvod

Projekt vznikl do předmětu Síťové aplikace a správa sítí na základě zadání: Rozšíření SNMP agenta net-snmp.

Cílem bylo implementovat vlastní MIB [4], obsahující jak předepsané testové informace, tak také informace o systému, kterými jsou: množství RAM, velikost SWAP, počet jader procesoru, architektura a další. MIB je do systému registrována pod OID .1.3.6.1.3 (iso.org.dod.internet.experimental). Ta je dále využívána modulem rozšiřujícím SNMP [3] agenta net-snmp<sup>1</sup>. Pokud je na zařízení spuštěn agent s načteným rozšířením, je možné pomocí příkazu `snmpget`, `snmpset` a dalších číst respektive nastavovat hodnoty instancí definovaných v MIB.

V kapitole 2 jsou vysvětleny jednotlivé pojmy, potřebné k pochopení problematiky, jakými jsou MIB a SNMP. Struktura MIB je zdokumentována v kapitole 3. Kapitola 4 prezentuje způsob implementace. Informace potřebné ke spuštění a překladu se nachází v kapitole 5. Jednotlivé příklady získávání a nastavování hodnot jsou uvedeny v poslední kapitole 6.

---

<sup>1</sup><http://www.net-snmp.org/>

# Kapitola 2

## Pojmy

Následující část popisuje jednotlivé pojmy pro ucelenější pochopení problematiky SNMP agenta.

### 2.1 MIB

Jedná se o databázi monitorovaných objektů (Management Information Base) [4], která definuje jednotlivé monitorované objekty. Nestará se o jejich význam, to je hlavním úkolem agenta, který implementuje jejich funkcionalitu a ukládá do nich nasbíraná data.

Definice a struktura objektů v MIB je uvedena ve standardu RFC 1155 [7], který pro popis objektů určuje jazyk SMI (Structure Management Information). Jazyk SMI využívá pro vyjádření objektů notaci ASN.1 (Abstract Syntax Notation) [1], která specifikuje pro objekty jméno, syntax a kódování.

Jméno objektu je jednoznačně určeno jeho OID (Object ID), které popisuje také standard RFC 1155. OID představuje adresu daného objektu. Existují dvě podoby: textová a číselná. Například pro objekt isaLogin specifikovaný v MIB projektu:

```
číselná: .1.3.6.1.3.22.3.0
textová: iso.identified-organization.dod
        .internet.experimental.isaAgentMib.isaLogin.0
```

Povšimněte si, že za isaLogin, který je skalární hodnotou typu string, se nachází nulový sub-identifikátor .0. Ten je použit u všech skalárních instancí v MIB projekt.

Pro definici typu spojeného s objektem se využívá syntax, která může být například: Integer32, OCTET STRING, OBJECT IDENTIFIER. Příklad objektu:

```
isaAddressSize OBJECT-TYPE
    SYNTAX OCTET STRING (SIZE(0..255))
    MAX-ACCESS read-only
    STATUS current
    DESCRIPTION "READ-ONLY string obsahující informaci o adresování."
    ::= isaSystemInfo 11
```

## 2.2 SNMP

Protokol SNMP je definován standardy RFC 1155 [7], RFC 1213 [8] a RFC 1157 [5]. Jedná se o aplikační protokol, jehož účelem je komunikace mezi zařízením, na kterém jsou objekty monitorovány a řídicí stanicí. Základem komunikace je dotaz a odpověď. Při dotázání na hodnotu řídicí stanicí načte agent SNMP hodnotu a výsledek pošle zpět řídicí stanicí.

## 2.3 Agent

Agent je aktivně běžící proces na monitorovaném zařízení, který sbírá zadané informace a statistiky a odpovídá na požadavky (čtení, zápis, reset) řídicí (monitorovací) stanice. Na základě přístupových práv k datům agent žádosti vyhoví, nebo odpoví chybou.

## Kapitola 3

# Implementace MIB

Projektový MIB modul implementovaný v souboru `ISA-MIB.txt` je registrován pod OID `.1.3.6.1.3` (`iso.org.dod.internet.experimental`) s vlastním číslem 22 (`isaAgentMib`). Pro použití SNMP agentem musí být MIB přístupná ve složce `~/.snmp/mibs`. Pro přístup k datům uloženým v MIB databázi je možné namísto číselné podoby OID použít jméno MIB, tedy `ISA-MIB::`. U všech skalárních objektů je použit sub-identifikátor `.0`. V následujících sekcích jsou popsány struktura a interpretace jednotlivých instancí.

### 3.1 .1.3.6.1.3.22

**ISA-MIB::isaLogin.0 (.1.3.6.1.3.22.1.0)**

read-only string uchovávající login ("xsedym02")

**ISA-MIB::isaTime.0 (.1.3.6.1.3.22.2.0)**

read-only string s aktuálním časem ve formátu RFC 3339 [6]

**ISA-MIB::isaInteger.0 (.1.3.6.1.3.22.3.0)**

read-write Integer32

**ISA-MIB::isaSystemInfo (.1.3.6.1.3.22.4)**

read-only objekt uchovávající informace o systému

### 3.2 .1.3.6.1.3.22.4

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemName.0 (.1.3.6.1.3.22.4.1.0)**

read-only string se jménem systému (Windows, Linux, ...)

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemRelease.0 (.1.3.6.1.3.22.4.2.0)**

read-only string s vydáním systému

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemVersion.0 (.1.3.6.1.3.22.4.3.0)**

read-only string s verzí systému

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMachineArch.0 (.1.3.6.1.3.22.4.4.0)**

read-only string s informací o architektuře

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMemTotal.0 (.1.3.6.1.3.22.4.5.0)**

read-only Integer32 s množstvím maximální volné paměti RAM udávané v kB.

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMemFree.0 (.1.3.6.1.3.22.4.6.0)**

read-only Integer32 udávající množství volné paměti RAM udávané v kB.

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSwapTotal.0 (.1.3.6.1.3.22.4.7.0)**

read-only Integer32 informující o maximální velikosti SWAP udávané v kB.

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSwapFree.0 (.1.3.6.1.3.22.4.8.0)**

read-only Integer32 obsahující informaci o volné paměti SWAP udávané v kB.

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaCpuModelName.0 (.1.3.6.1.3.22.4.9.0)**

read-only string se jménem procesoru

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaCpuCores.0 (.1.3.6.1.3.22.4.10.0)**

read-only Integer32 s počtem jader procesoru

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaAddressSize.0 (.1.3.6.1.3.22.4.11.0)**

read-only string obsahující informaci o adresování

### 3.3 Struktura

Přehlednou a ucelenou podobu MIB lze získat příkazem `snmptranslate` se zaměřením na databázi ISA-MIB.

```
$ snmptranslate -M+. -mISA-MIB -Tp -IR isaAgentMib
+--isaAgentMib(22)
|   +- -R- String    isaLogin(1)
|   |   Size: 0..255
|   +- -R- String    isaTime(2)
|   |   Size: 0..255
|   +- -RW- Integer32 isaInteger(3)
|   |
|   +-isaSystemInfo(4)
|   |
|   |   +- -R- String    isaSystemName(1)
|   |   |   Size: 0..255
|   |   +- -R- String    isaSystemRelease(2)
|   |   |   Size: 0..255
|   |   +- -R- String    isaSystemVersion(3)
|   |   |   Size: 0..255
|   |   +- -R- String    isaMachineArch(4)
|   |   |   Size: 0..255
|   |   +- -R- Integer32 isaMemTotal(5)
```

```
+-- -R- Integer32 isaMemFree(6)
+-- -R- Integer32 isaSwapTotal(7)
+-- -R- Integer32 isaSwapFree(8)
+-- -R- String    isaCpuModelName(9)
|      Size: 0..255
+-- -R- Integer32 isaCpuCores(10)
+-- -R- String isaAddressSize(11)
      Size: 0..255
```



## Kapitola 4

# Implementace agenta

Rozšíření SNMP agenta `net-snmp` je napsáno v jazyce C standardu C99 s použitím standardních knihoven a knihoven `net-snmp`. Rozšíření je samostatný binární soubor, který je do SNMP agenta načítán dynamicky [2] za běhu. Pro rozšíření je vytvořen podpůrný modul `getData.c`, který pomáhá získávat informace o systému pro objekt `.1.3.6.1.3.22.4` (`iso.org.dod.internet.experimental.isaAgentMib.isaSystemInfo`).

### 4.1 `isaAgent.c`

Modul obstarává inicializaci a registraci MIB struktur, stejně jako jejich de-inicializaci při vypnutí agenta. Inicializace modulu probíhá automaticky v okamžiku načtení do běžícího SNMP agenta.

Při inicializaci modulu jsou zaregistrovány veškeré instance definované v MIB a načteny základní, pro běh systému konstantní hodnoty (např. jméno systému). Dále jsou zde definovány obslužné sub-handlery pro proměnné instance (čas, množství RAM, množství SWAP). K získání informací o jméně, vydání, verzi a architektuře systému je využita systémová proměnná z knihovny `sys/utsname.h`. Ostatní informace týkající se RAM a CPU jsou získány za pomoci modulu `getData.c`.

### 4.2 `getData.c`

Jedné se o podpůrný modul, který získává na požádání od `isaAgent.c` informace o RAM a CPU. Data jsou získávány ze systémových souborů `/proc/meminfo` a `/proc/cpuinfo`. Jednotlivé hodnoty jsou ze souboru získány podle jména proměnných (`MemTotal`, `MemFree`, `SwapTotal`, `SwapFree`, `cpu cores`, `model name`, `address size`). Pokud získání dat ze souboru selže, například soubor není dostupný, nebo neobsahuje hledanou proměnnou, zůstane hodnota instance nesoucí tuto informaci prázdná, respektive nezměněna a na straně běžícího SNMP agenta bude informace o chybě vytištěna do `stderr`.

## Kapitola 5

# Překlad a spuštění SNMP agenta

Následující kapitola prezentuje návod pro překlad rozšíření SNMP agenta a jeho dynamické načtení do spuštěného net-snmp agenta. Pro správnou funkčnost je potřeba, aby MIB s rozšířeními (ISA-MIB.txt) byla umístěn a ve složce ~/.snmp/mibs.

### 5.1 Překlad

K překladu je využit překladač gcc se standardem C99. Pro zjednodušení překladu je dodán Makefile, který provede překlad příkazem make.

### 5.2 Spuštění net-snmp agenta

Je potřeba spustit snmpd pro pozdější připojení rozšíření. To je možné provést příkazem:

```
$ snmpd -f -L -DnstAgentPluginObject,dlmod
```

Makefile také disponuje příkazem make snmpd, který automatizuje start agenta.

### 5.3 Dynamické načtení rozšíření

Načtení binárního rozšíření isaAgent.so je možné provést pomocí následujících příkazů, nebo pomocí příkazu make bind.

Vytvoření nového řádku v dlmon tabulce:

```
$ snmpset localhost UCD-DLMOD-MIB::dlmodStatus.1 i create
```

*Kontrola, zda byl řádek vytvořen:*

```
$ snmptable localhost UCD-DLMOD-MIB::dlmodTable
```

Nastavení řádku dlmon tabulky na náš objekt:

```
$ snmpset localhost UCD-DLMOD-MIB::dlmodName.1 s "isaAgent"  
UCD-DLMOD-MIB::dlmodPath.1 s "/path/to/isaAgent.so"
```

*Kontrola, zda byla hodnota nastavena:*

```
$ snmptable localhost UCD-DLMOD-MIB::dlmodTable
```

Načtení sdíleného objektu do běžícího agenta:

```
$ snmpset localhost UCD-DLMOD-MIB::dlmodStatus.1 i load
```

Nyní bychom měli být schopni přistupovat k položkám dynamicky načtených dat.

## Kapitola 6

# Příklad použití

V následujících sekcích budou zobrazeny příklady, jak pomocí nástrojů `snmpget` a `snmpset`, získat, popřípadě nastavit data instancí z rozšíření agenta SNMP. Pro správnou funkčnost je potřeba mít na dotazovaném systému běžícího net-snmp agenta s dynamicky načteným rozšířením `isaAgent.so` a MIB tabulku `ISA-MIB.txt` ve složce `~/.snmp/mibs`. Pro přístup k instancím je možné zvolit číselnou, nebo textovou podobu OID. Také je možné přistoupit přímo přes jméno MIB (`ISA-MIB`) čímž se výrazně zjednoduší dotaz. Pro následující příklady bude použit právě textový přístup přes jméno MIB, který je ale funkčně identický s číselným přístupem. Všechny skalární hodnoty mají nulový sub-identifikátor `.0`, který musí být pro přístup použit.

### 6.1 .1.3.6.1.3.22

#### ISA-MIB::isaLogin.0 (.1.3.6.1.3.22.1.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaLogin.0
ISA-MIB::isaLogin.0 = STRING: "xsedym02"
```

#### ISA-MIB::isaTime.0 (.1.3.6.1.3.22.2.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaTime.0
ISA-MIB::isaTime.0 = STRING: "2020-10-31T08:05:24-04:00"
```

#### ISA-MIB::isaInteger.0 (.1.3.6.1.3.22.3.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaInteger.0
ISA-MIB::isaInteger.0 = INTEGER: 42

$ snmpset localhost ISA-MIB::isaInteger.0 i 12
ISA-MIB::isaInteger.0 = INTEGER: 12
```

#### ISA-MIB::isaSystemInfo (.1.3.6.1.3.22.4)

Protože je `isaSystemInfo` objektem sdružujícím konkrétní informace o systému, je potřeba se na konkrétní informace dotázat pomocí `snmpget` přímo. Veškeré informace z objektu `isaSystemInfo` je možné získat pomocí příkazu `snmpwalk`.

```
$ snmpwalk -v1 -c public localhost ISA-MIB::isaSystemInfo
ISA-MIB::isaSystemName.0 = STRING: "Linux"
ISA-MIB::isaSystemRelease.0 = STRING: "3.10.0-1127.19.1.el7.x86_64"
ISA-MIB::isaSystemVersion.0 = STRING: "#1 SMP Tue Aug 25 17:23:54 UTC 2020"
ISA-MIB::isaMachineArch.0 = STRING: "x86_64"
ISA-MIB::isaMemTotal.0 = INTEGER: 3879952 kB
ISA-MIB::isaMemFree.0 = INTEGER: 2366552 kB
ISA-MIB::isaSwapTotal.0 = INTEGER: 839676 kB
ISA-MIB::isaSwapFree.0 = INTEGER: 839676 kB
ISA-MIB::isaCpuModelName.0 = STRING: "Intel(R) Core(TM) i7-2600 CPU @ 3.40GHz"
ISA-MIB::isaCpuCores.0 = INTEGER: 4
ISA-MIB::isaAddressSize.0 = STRING: "36 bits physical, 48 bits virtual"
```

## 6.2 .1.3.6.1.3.22.4

### ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemName.0 (.1.3.6.1.3.22.4.1.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemName.0
ISA-MIB::isaSystemName.0 = STRING: "Linux"
```

### ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemRelease.0 (.1.3.6.1.3.22.4.2.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemRelease.0
ISA-MIB::isaSystemRelease.0 = STRING: "3.10.0-1127.19.1.el7.x86_64"
```

### ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemVersion.0 (.1.3.6.1.3.22.4.3.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSystemVersion.0
ISA-MIB::isaSystemVersion.0 = STRING: "#1 SMP Tue Aug 25 17:23:54 UTC 2020"
```

### ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMachineArch.0 (.1.3.6.1.3.22.4.4.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMachineArch.0
ISA-MIB::isaMachineArch.0 = STRING: "x86_64"
```

### ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMemTotal.0 (.1.3.6.1.3.22.4.5.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMemTotal.0
ISA-MIB::isaMemTotal.0 = INTEGER: 3879952 kB
```

### ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMemFree.0 (.1.3.6.1.3.22.4.6.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaMemFree.0
ISA-MIB::isaMemFree.0 = INTEGER: 2701948 kB
```

### ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSwapTotal.0 (.1.3.6.1.3.22.4.7.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSwapTotal.0
ISA-MIB::isaSwapTotal.0 = INTEGER: 839676 kB
```

### ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSwapFree.0 (.1.3.6.1.3.22.4.8.0)

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaSwapFree.0
ISA-MIB::isaSwapFree.0 = INTEGER: 839676 kB
```

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaCpuModelName.0 (.1.3.6.1.3.22.4.9.0)**

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaCpuModelName.0
ISA-MIB::isaCpuModelName.0 = STRING: "Intel(R) Core(TM) i7-2600 CPU @ 3.40GHz"
```

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaCpuCores.0 (.1.3.6.1.3.22.4.10.0)**

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaCpuCores.0
ISA-MIB::isaCpuCores.0 = INTEGER: 4
```

**ISA-MIB::isaSystemInfo.isaAddressSize.0 (.1.3.6.1.3.22.4.11.0)**

```
$ snmpget localhost ISA-MIB::isaSystemInfo.isaAddressSize.0
ISA-MIB::isaAddressSize.0 = STRING: "36 bits physical, 48 bits virtual"
```

# Literatura

- [1] *ASN.1 Reference Card*. Dostupné z: <https://www.oss.com/asn1/resources/reference/asn1-reference-card.html>.
- [2] *TUT: Writing a Dynamically Loadable Object*. Dostupné z: [http://www.net-snmp.org/wiki/index.php/TUT:Writing\\_a\\_Dynamically\\_Loadable\\_Object](http://www.net-snmp.org/wiki/index.php/TUT:Writing_a_Dynamically_Loadable_Object).
- [3] *Simple Network Management Protocol* [RFC 1067]. RFC Editor, srpen 1988. Dostupné z: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc1067.txt>.
- [4] BURGER, A. *SNMP Tutorial – MIB Module*. Dostupné z: [http://www.net-snmp.org/tutorial/tutorial-5/toolkit/mib\\_module/](http://www.net-snmp.org/tutorial/tutorial-5/toolkit/mib_module/).
- [5] FEDOR, M., SCHOFFSTALL, M. L., DAVIN, J. R. a CASE, D. J. D. *Simple Network Management Protocol (SNMP)* [RFC 1157]. RFC Editor, květen 1990. Dostupné z: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc1157.txt>.
- [6] NEWMAN, C. a KLYNE, G. *Date and Time on the Internet: Timestamps* [RFC 3339]. RFC Editor, červenec 2002. Dostupné z: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc3339.txt>.
- [7] ROSE, D. M. T. a MCCLOGHRIE, K. *Structure and identification of management information for TCP/IP-based internets* [RFC 1155]. RFC Editor, květen 1990. Dostupné z: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc1155.txt>.
- [8] ROSE, D. M. T. a MCCLOGHRIE, K. *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II* [RFC 1213]. RFC Editor, březen 1991. Dostupné z: <https://rfc-editor.org/rfc/rfc1213.txt>.