

JAKUB SWACHA

Uniwersytet Szczeciński

**STORAGE MANAGEMENT INITIATIVE SPECIFICATION (SMI-S)
JAKO PODSTAWOWY STANDARD
WSPÓŁCZESNEGO ZARZĄDZANIA
PRZECHOWYWANIEM DANYCH**

Wprowadzenie

Zarządzanie przechowywaniem danych jest zbiorem zasad i praktyk odnoszących się do fizycznych i logicznych składników systemu przechowywania danych, służących zapewnieniu zasobów pamięciowych w ilości i jakości adekwatnej do potrzeb użytkowników systemu¹.

Logiczne składniki systemu przechowywania danych, które cechują w dużym stopniu zuniformizowane parametry (pojemność, organizacja systemu plików itp.), stanowią jednak tylko pewną abstrakcyjną nadbudowę nad składnikami fizycznymi, na których faktycznie przechowywane są dane, stworzoną dla ułatwienia korzystania z zasobów systemu i zarządzania nim. Różnorodność fizycznych składników systemu przechowywania danych rodzi rozmaite problemy z ich bezkonfliktowym współdziałaniem, a zarządzanie systemem składającym się z dużej liczby elementów, z których każdy wymaga indywidualnego podejścia, staje się niezwykle żmudne.

¹ Por. J. Swacha, *A taxonomy and capabilities of software for data storage management*, w: *Applied informatics. Methods and algorithms*, ed. M. Łatuszyńska, M. Borawski, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2010, s. 33.

Oczywistym rozwiązaniem jest przyjęcie wspólnego dla wszystkich typów urządzeń standardu, który pozwoliłby na ujednoczenie i uproszczenie procesów związanych z zarządzaniem przechowywaniem danych. Właśnie takim standardem jest SMI-S (*Storage Management Initiative Specification*) zaproponowany przez – zrzeszającą producentów i odbiorców pamięci masowych – organizację SNIA (Storage Networking Industry Association), zatwierdzony jako standard międzynarodowy ISO/IEC 24775:2007.

Celem niniejszego artykułu jest określenie znaczenia, jakie SMI-S ma we współczesnym zarządzaniu przechowywaniem danych, a jednocześnie przybliżenie czytelnikowi istotnych faktów dotyczących powstania i rozwoju standardu SMI-S, jak również jego zawartości.

1. Rozwój standardu SMI-S

Widząc potrzebę ułatwienia współdziałania i zarządzania urządzeniami pamięciowymi różnego typu i pochodzącymi od różnych dostawców, grupa producentów, obejmująca największych dostawców urządzeń pamięciowych i oprogramowania do zarządzania przechowywaniem danych (m.in. BMC, EMC, HP, Hitachi, IBM, StorageTek, Sun, Veritas), rozpoczęła prace nad stworzeniem odpowiedniego standardu. Ich rezultatem była opublikowana w maju 2002 roku specyfikacja Bluefin². W tym samym roku SNIA powołała do życia Inicjatywę Zarządzania Przechowywaniem Danych (SMI – Storage Management Initiative)³. Do zakresu działalności SMI należy tworzenie rozwiązań wspomagających współdziałanie i zarządzanie urządzeniami pamięciowymi (przede wszystkim związanych ze standardem SMI-S), badanie zgodności urządzeń z opracowanym standardem, a także promowanie standardu, edukację – prowadzenie szkoleń z tego zakresu. Tym samym SNIA przejęła specyfikację Bluefin, zmieniła nazwę na SMI-S i rozpoczęła prace nad jej udoskonalaniem i rozwijaniem.

W lipcu 2003 roku została opublikowana pierwsza wersja standardu, *Storage Management Initiative Specification* 1.0. Zawierała ona jedenaście rozdziałów odnoszących się odpowiednio do: zakresu tematycznego standardu; istniejących norm, do których odwołuje się standard; przyjętych w tekście standardu definicji,

² *SMI-S History*, <http://www.wbemsolutions.com/tutorials/snias/SMI/Technical/smis-history.html>, 2006.

³ *SMI Timeline*, <http://www.wbemsolutions.com/tutorials/snias/SMI/Marketing/smi-timeline.html>, 2006.

jak również używanych symboli, skrótów i konwencji w zapisie liczb; do tematyki zarządzania przechowywaniem danych; ogólnej charakterystyki standardu; przyjętego modelu przenoszenia i odwoływania się do informacji dotyczącej zarządzania przechowywaniem danych; przyjętego modelu obiektowego, stanowiącego zasadniczą część standardu, w której zdefiniowano kilka profili struktury systemu przechowywania danych, urządzeń pamięciowych i pośredniczących w dostępie do danych; bezpieczeństwa; wykrywania usług udostępnianych przez serwery; ról, w których mogą występować elementy systemu; instalacji urządzeń i przebudowy systemu przechowywania danych.

Specyfikacja SMI-S poddawana była kolejnym poprawkom. We wrześniu 2003 roku opublikowano wersję 1.0.1, w której wprowadzono pewne zmiany do profili i podprofilu, a w lutym 2004 roku wersję 1.0.2, w której oprócz zmian redakcyjnych pojawił się jeden nowy podprofil. Właśnie ta wersja została zgłoszona do akredytacji przez InterNational Committee for Information Technology Standards (INCITS), a następnie zatwierdzona jako norma ANSI INCITS 388-2004.

Równolegle z poprawianiem specyfikacji w wersji 1.0 prowadzono prace nad wersją 1.1, którą opublikowano pod koniec 2005 roku. Zmiany dotyczyły przede wszystkim definicji profili, specyfikacja zawierała również nowy rozdział poświęcony uzasadnieniu biznesowemu proponowanych rozwiązań⁴.

W styczniu 2007 roku opublikowano wersję⁵ specyfikacji 1.0.3, która stanowiła podstawę do zatwierdzonego w tym samym roku standardu⁶ ISO/IEC 24775.

W wersji 1.2 po raz pierwszy wprowadzono podział specyfikacji na części; początkowo było ich dziewięć:

- „Overview” – zawierająca ogólny opis standardu,
- „Common Architecture” – dokumentacja architektury wspólnej dla wszystkich części standardu,
- „Common Profiles” – dokumentacja profili wspólnych dla wszystkich części standardu,
- „Block Devices” – dokumentacja profili dotyczących urządzeń blokowych,

⁴ *Storage Management Initiative Specification. Version 1.1.1, Rev. 1*, SNIA, 2007, http://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/smi/SMI-S_Technical_Position_v1.1.1r1.pdf.

⁵ *Storage Management Initiative Specification. Version 1.0.3, Rev. 1*, SNIA, 2007, http://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/smi/SMI-S_Technical_Position_v1.0.3r1.pdf.

⁶ ISO/IEC 24775:2007, *Information technology – Storage management*, ISO, 2007.

- „File Systems” – dokumentacja profili dotyczących systemów plików,
- „Fabric” – dokumentacja profili dotyczących struktury systemu,
- „Host Elements” – dokumentacja profili dotyczących urządzeń podłączonych bezpośrednio do komputerów,
- „Information Lifecycle” – dokumentacja profili dotyczących zarządzania cyklem życia informacji,
- „Media Libraries” – dokumentacja profili dotyczących bibliotek wymiennych nośników danych.

Ten sam układ zachowano w opublikowanej w styczniu 2007 roku wersji 1.3 specyfikacji, natomiast w najnowszej dostępnej wersji – 1.4, pominięto część dotyczącą zarządzania cyklem informacji.

Aktualnie trwają prace nad wersjami 1.5 i 1.6 specyfikacji⁷.

W tabeli 1 umieszczono ilościowe porównanie zawartości poszczególnych wersji standardu SMI-S, ukazując poszerzanie zakresu merytorycznego objętego kolejnymi wersjami standardu, w tabeli 2 zaś zestawienie liczby producentów, oprogramowania i urządzeń, które przeszły test zgodności ze standardem (*SMI-Provider Test*), ukazując aktualny stopień przyjęcia standardu przez producentów systemów przechowywania danych.

Tabela 1

Porównanie zawartości poszczególnych wersji standardu SMI-S

Wersja	1.0.3	1.1.1	1.2	1.3	1.4
strony	641	1474	2402	2464	2612
tabele	460	1231	1656	1827	1879
rysunki	100	226	342	355	375
profile	9	14	53	54	60

Źródło: badania własne.

⁷ *SMI Program Report*, www.snia.org/forums/smi/reports/Jun_2010_SMI_PGM_Report.pdf, pdf, SNIA, June 2010.

Tabela 2

Produkty zweryfikowane *SMI-Provider Test*

Wersja	1.0.2	1.0.3	1.1.1	1.2	1.3	1.4
producenci	17	4	19	10	4	7
zgodne oprogramowanie	29	8	22	19	5	8
zgodne urządzenia	225	119	429	304	69	116

Źródło: CTP Test Statistics, SNIA, 11.08. 2010, http://www.snia.org/forums/smi/tech_programs/ctp/generalinfo/statistics.html.

2. Rola specyfikacji WBEM w standardzie SMI-S

Standard SMI-S nie zawiera definicji budowy komunikatów i protokołów ich wymiany, ale odwołuje się do specyfikacji WBEM (*Web-Based Enterprise Management*). WBEM to zbiór standardów wykorzystujących technologie internetowe, w celu zunifikowania zasad zarządzania w rozproszonych systemach informatycznych⁸.

WBEM opiera się na architekturze klient-serwer⁹. Rolę klienta odgrywa element systemu służący do monitorowania i sterowania (na przykład obsługiwane przez administratora oprogramowanie), a serwera – element systemu będący przedmiotem monitorowania i sterowania (na przykład urządzenie pamięciowe).

SMI-S wykorzystuje trzy elementy WBEM:

- CIM – obiektowy model informacji (*Common Information Model*)¹⁰.
- XML-CIM – sposób reprezentacji informacji CIM przy użyciu XML¹¹,

⁸ Por. W. Bumpus, J.W. Sweitzer, P. Thompson, A.R. Westerinen, R.C. Williams, *Common information model: implementing the object model for enterprise management*, Wiley and Sons, Nowy Jork 2000, s. 11–12.

⁹ R. Cummings, *Storage network management*, Storage Networking Industry Association, Colorado Springs 2004, s. 25.

¹⁰ DSP0004, *Common Information Model (CIM) Infrastructure*, v. 2.3, Distributed Management Task Force, 4.10.2005, http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP0004V2.3_final.pdf.

¹¹ DSP0201, *Specification for the Representation of CIM in XML*, v. 2.2, Distributed Management Task Force, 9.01.2007, http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP201.html.

- CIM Operations over HTTP – protokół działający na bazie HTTP, służący do przenoszenia informacji w postaci opisanej przez XML-CIM¹².

Aby różnego rodzaju odbiorcy mogli wykorzystywać informację w procesie zarządzania, musi ona mieć pewną strukturę. Określenie tej struktury wymaga opracowania modelu obejmującego pojęcia istotne dla określonego obszaru działania. Jest to tak zwany model informacji, który definiuje składnię reprezentacji informacji oraz zbiór określeń koniecznych do zarządzania w danym obszarze w różnych jego aspektach¹³. Modelem informacji wykorzystanym w SMI-S jest CIM.

CIM obejmuje specyfikację infrastruktury (*infrastructure specification*), zawierającą formalną definicję modelu, język, którym się posługuje, stosowane zasady nazewnictwa i zasady odwzorowania go na inne istniejące modele, oraz schematy (*schema*), to jest właściwe modele informacji, definiujące klasy obiektów, ich właściwości oraz metody¹⁴. Schematy CIM podzielone są na trzy warstwy¹⁵:

- model szkieletowy (*core model*) odnoszący się do wszystkich obszarów zarządzania;
- model ogólny (*common model*) opisujący pojęcia należące do wybranych obszarów zarządzania rozproszonymi systemami informatycznymi, niezależne od specyfiki technologii, jak na przykład systemy, aplikacje, sieci czy urządzenia;
- schematy rozszerzeń (*extension schema*) rozszerzające model ogólny o pojęcia odnoszące do się do specyficznych technologii.

3. Definicje profili i podprofilu w standardzie SMI-S

Specyfikacja SMI-S definiuje „profile” (*profiles*), podklasy klas zdefiniowanych w CIM, opisujące różne typy elementów systemów przechowywania danych oraz „podprofile” (*subprofiles*), opisujące komponenty lub aspekty funkcjonalne elementów opisanych przez profil – często wspólne dla wielu profili.

¹² DSP0200, *Specification for CIM Operations over HTTP*, v. 1.2, Distributed Management Task Force, 9.01.2007, http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP200.html.

¹³ Por. DSP0004..., s. 1.

¹⁴ W. Bumpus i in., *Common information model...*, s. 3–4.

¹⁵ DSP0004..., s. 1–2.

Tabela 3

Profile i podprofile SMI-S

Część	Profile	Podprofile
Common Profiles	ATA Initiator Ports Base Server Direct Attach (DA) Ports Experimental Indication Fan FC Target Ports FC-SB-x Initiator Ports Fibre Channel Initiator Port Generic Initiator Ports Generic Target Ports Indication iSCSI Initiator Port Media Access Device Parallel SCSI (SPI) Initiator Ports Parallel SCSI (SPI) Target Ports Power Supply Profile Registration SAS Initiator Ports SB Target Port Sensors Serial ATA (SATA) Target Ports Server Software Inventory Storage Enclosure	iSCSI Target Ports Serial Attached SCSI (SAS) Target Port Backend Ports Access Points Cascading Job Control Location Extra Capacity Set Cluster Multiple Computer System Software Software Repository Object Manager Adapter Proxy Server System Management
Block Devices	Array Block Storage Views CKD Block Services Erasure Pools from Volumes Storage Server Asymmetry Storage Virtualizer Volume Composition Volume Management Replication Services Thin Provisioning	Block Server Performance Block Services Resource Ownership Copy Services Disk Drive Disk Drive Lite Disk Sparing Extent Composition LUN Creation Extent Mapping LUN Mapping and Masking Masking and Mapping Pool Management Policy Pool Manipulation Capabilities, and Settings Storage Element Protection
File Systems	File Export File Storage Filesystem Filesystem Copy Services Filesystem Performance Filesystem Quotas NAS Head NAS Network Port Self-Contained NAS	File Export Manipulation File Server Manipulation Filesystem Manipulation
Fabric	Extender Fabric iSCSI Gateway Router SAS Expander Switch	Blades Enhanced Zoning and Enhanced Zoning Control FDMI Fabric Path Performance Fibre Channel Security Fabric Views Switch Configuration Data Switch Partitioning Virtual Fabrics Zone Control
Host Elements	FC HBA Storage HBA Host Discovered Resources Host Hardware RAID Controller iSCSI Initiator SB Multipath Management	Disk Partition SCSI Multipath Management
Media Libraries	Storage Library Partitioned Tape Library Virtual Tape Library Virtual Tape Library Copy	Element Counting InterLibraryPort Connection Library Capacity Limited Access Port Elements Media Movement

Źródło: badania własne.

Typowa definicja profilu w standardzie SMI-S składa się z kilku punktów, takich jak:

- streszczenie (*synopsis*), zawierające między innymi formalną nazwę i wersję profilu;
- opis (*description*), wyjaśniający przeznaczenie profilu;
- implementacja (*implementation*), objaśniająca sposób implementacji profilu;
- zarządzanie stanem (*health and fault management*), definiujące stany działania i dostępności elementu;
- metody (*methods*), w punkcie tym wymienione są czynności, które mogą zostać wykonane w systemie za pomocą elementu;
- uwagi dla klienta i recepty (*client considerations and recipes*), jak wykorzystać profil do realizacji określonych funkcji zarządzania.

W tabeli 3 zawarto listę profili i podprofilu zdefiniowanych w wersji 1.4.0 specyfikacji SMI-S (podano oryginalne nazwy według specyfikacji).

4. Znaczenie SMI-S dla współczesnego zarządzania przechowywaniem danych

Rosnące potrzeby związane z przechowywaniem danych we współczesnych przedsiębiorstwach uzasadniają budowę coraz większych systemów przechowywania danych. Jest wysoce wątpliwe, czy tak duże systemy mogłyby powstać i efektywnie funkcjonować bez rozwiązań umożliwiających współpracę urządzeń pochodzących od różnych producentów i scentralizowanego zarządzania całym systemem. Podstawowym rozwiązaniem, które tworzy taką możliwość, jest standard SMI-S.

SMI-S jest standardem otwartym, wspieranym nie przez pojedynczego producenta, lecz przez organizację zrzeszającą najważniejsze firmy z branży, regularnie rozwijanym i aktualizowanym, zatwierdzonym przez organizacje standaryzacyjne (ANSI, ISO).

Dostawcy sprzętu i oprogramowania do przechowywania danych i zarządzania tym procesem, świadomi znaczenia standardu, oferują coraz więcej produktów zgodnych z jego specyfikacją (tabela 2). Do głównych czynników działających na korzyść standardu SMI-S zaliczyć należy¹⁶:

¹⁶ Por. J.-C. Sagbini, *Standards in the data storage industry: emergence, sustainability, and the battle for platform leadership*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 2005, <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/31170>, s. 82–93.

- uniezależnienie od zapewnienia konieczności współpracy ze wskazanymi produktami innych dostawców (zgodność ze standardem staje się jedynym wymogiem),
- ochrona przed dominacją rozwiązania oferowanego przez jednego z producentów,
- otwartość rynku na nowe produkty i nowych dostawców (wynikająca z otwartości standardu, braku ograniczeń patentowych),
- jasność co do zakresu standardu (mając jasną i pełną listę wymogów określonych przez specyfikację, producenci i projektanci systemów przechowywania danych mają wolną rękę w doborze i sposobie implementacji tych elementów rozwiązań, które nie są uregulowane standardem).

Podsumowując, należy stwierdzić, że standard SMI-S nie tylko odnosi się do rzeczywistych i palących problemów, które wymagały uregulowania, ale jest także przykładem rozwiązania dobrze przemyślanego i należyście wdrażanego. Spodziewać się zatem należy, że jego znaczenie we współczesnym zarządzaniu przechowywaniem danych, choć już duże, będzie w przyszłości dalej rosło.

Literatura

- Bumpus W., Sweitzer J.W., Thompson P., Westerinen A.R., Williams R.C., *Common information model: Implementing the object model for enterprise management*, Wiley and Sons, NY 2000.
- Cummings R., *Storage Network Management*, Storage Networking Industry Association, Colorado Springs, CO 2004.
- DSP0004, *Common Information Model (CIM) Infrastructure*, v. 2.3, Distributed Management Task Force, 4.10.2005, http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP0004V2.3_final.pdf.
- DSP0200, *Specification for CIM Operations over HTTP*, v. 1.2, Distributed Management Task Force, 9.01.2007, http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP200.html.
- DSP0201, *Specification for the Representation of CIM in XML*, v. 2.2, Distributed Management Task Force, 9.01.2007, http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP201.html.
- ISO/IEC 24775:2007, *Information technology – Storage management*, Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna, 2007.
- Saghbini J.C., *Standards in the data storage industry: emergence, sustainability, and the battle for platform leadership*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 2005, <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/31170>.

- SMI Program Report*, Storage Networking Industry Association, June 2010, www.snia.org/forums/smi/reports/Jun_2010_SMI_PGM_Report.pdf.
- SMI Timeline*, Storage Networking Industry Association, 2006, <http://www.wbemsolutions.com/tutorials/snia/SMI/Marketing/smi-timeline.html>.
- SMI-S History*, Storage Networking Industry Association, 2006, <http://www.wbemsolutions.com/tutorials/snia/SMI/Technical/smis-history.html>.
- Storage Management Initiative Specification. Version 1.0.3, Rev. 1*, Storage Networking Industry Association, 2007, http://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/smi/SMI-S_Technical_Position_v1.0.3r1.pdf.
- Storage Management Initiative Specification. Version 1.1.1, Rev. 1*, Storage Networking Industry Association, 2007, http://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/smi/SMI-S_Technical_Position_v1.1.1r1.pdf.
- Storage Management Initiative Specification. Version 1.2.0, Rev. 6*, Storage Networking Industry Association, 2007, http://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/smi/SMI-S_Technical_Position_v1.2.0r6.zip.
- Storage Management Technical Specification. Version 1.3.0, Rev. 5*, Storage Networking Industry Association, 2008, http://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/smi/SMI-S_Technical_Position_v1.3.0r5.zip.
- Storage Management Initiative Specification. Version 1.4.0, Rev. 6*, Storage Networking Industry Association, 2010, http://www.snia.org/tech_activities/standards/curr_standards/smi/SMI-S_Technical_Position_v1.4r6.zip.
- Swacha J., *A taxonomy and capabilities of software for data storage management*, w: *Applied Informatics. Methods and Algorithms*, ed. M. Łatuszyńska, M. Borawski, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2010.

**STORAGE MANAGEMENT INITIATIVE SPECIFICATION (SMI-S)
AS A BASIC STANDARD OF THE CONTEMPORARY
DATA STORAGE MANAGEMENT**

Summary

The SMI-S standard, to a great extent, covers the issues concerning data storage management. In the paper, the most important versions of the standard were described (including version 1.0.3 approved as the ISO/IEC 24775:2007 standard), as well as its constituting parts, used elements of the WBEM (*Web-Based Enterprise Management*) specification, especially the object model of information CIM (*Common Information Model*); the definitions of profiles and subprofiles, also the meaning of SMI-S for the contemporary data storage management has been explained.

Translated by Jakub Swacha

