INTERNATIONAL CONFERENCE ON
SCIENCE AND ENGINEERING
1st December 2015 DUBAI - UAE
کنفرانس بین المللی علوم و مهندسی
۱۰ آذرماه ۱۳۹٤ دبی - امارات

پردازش ابری؛

نمونه هایی از پایداری ها و چالش های اجتماعی-محیطی آن

صالح خواجه دلویی

skhajedalouei@hotmail.com

Archive of SID

چیکده:

پایداری (توسعه پایدار) موضوعی مهم است که بخشی از خط مشی های اساسی کشورهای جهان برای تغییرشکل اقتصادی، اجتماعی و محیطی می باشد. راهکارهایی، به طور خاص برای مسائل محیطی، باید یافته شده و تمهیدات ضروری برای چاره-جویی درباره آنها به کار گرفته شوند. رایانش ابری، یک تکنولوژی نوظهور است که به کمک مجموعه از ابزارها و برنامه های کاربردی، موجب کارآمدی بیشتر سیستم های توسعه اطلاعات و پردازش محاسبات سیستمی می گردد. در این مقاله، معرفی جامعی از رایانش ابری با تاکید بر مزایای آن برای توسعه پایدار اجتماعی-محیطی محقق می شود. فهرستی از چالش ها در رابطه با استفاده از تکنولوژی به عنوان تکنولوژی سبز ارائه می شود و دلایل استفاده از پردازش ابری برای توسعه پایدار توضیح داده می شوند. در نهایت، لیست مفصلی از کاربردهای رایانش ابری با تمرکز بر توسعه پایدار اجتماعی، کسب و کار و زیست محیطی با در نظر گرفتن چالش های این حوزه ها لیست گردیده و ارایه شده است.

کلمات کلیدی:

رایانش ابری، پایداری، چالش ها، محیطِ اجتماعی، مجازی سازی

www.SID.ir

مقدمه

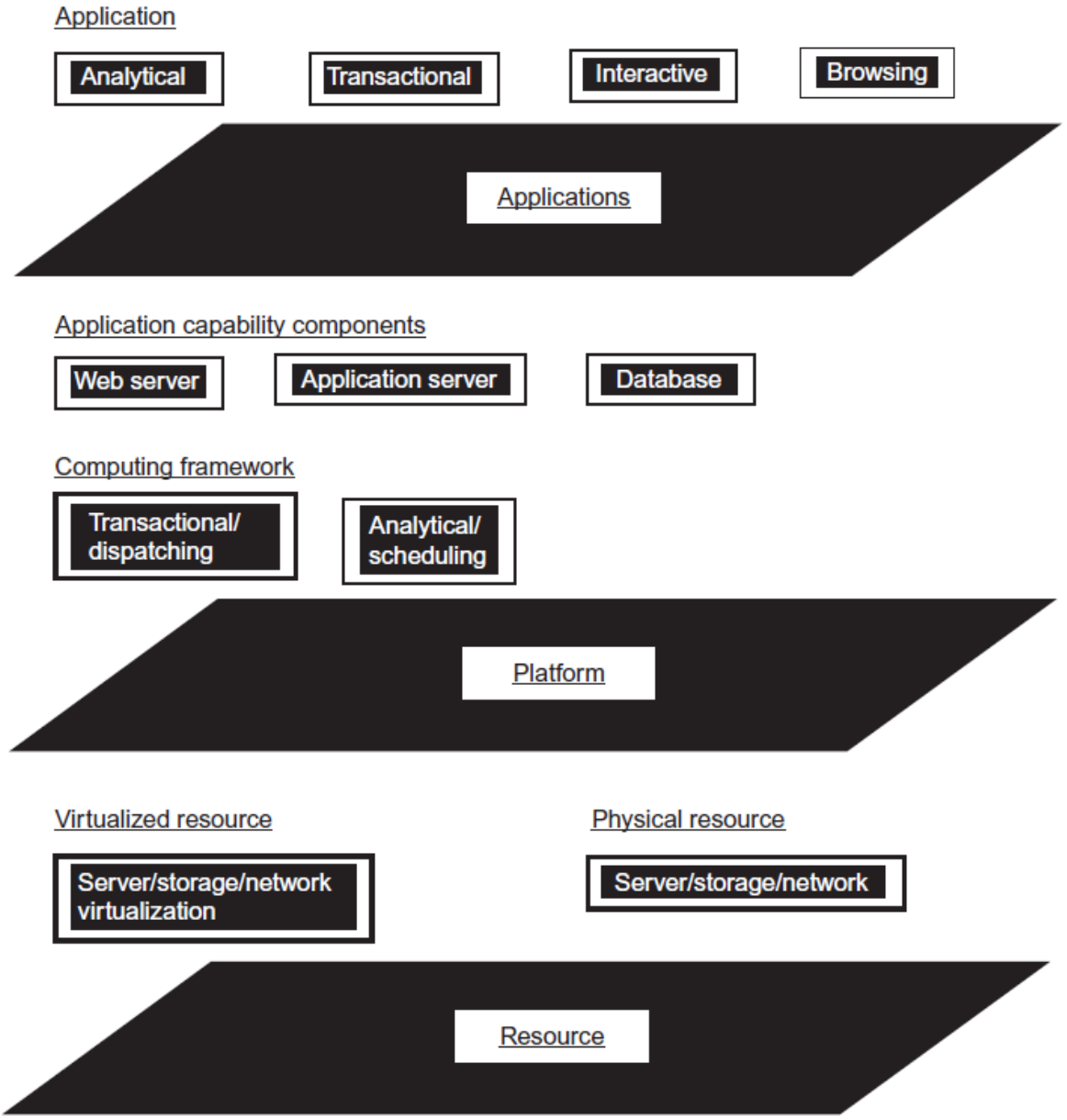
جهانی شدن منجر به توسعه‌ی فرصت‌های جدید در فرآیند رشد اقتصادی شده و سبب رفع بسیاری از مشکلات اجتماعی شده است. کسب و کارهای جدید ایجاد شده و مسائل اجتماعی به صورت ثانیه‌ای گزارش می‌گردند. با این حال، این روند دارای اثرات منفی می‌باشد. مهم‌ترین عواقب جهانی شدن می‌تواند بر روی محیط زیست طبیعی نشان داد شود. چند دهه قبل، مسائل زیست محیطی تنها به عنوان مسائل احتمالی آینده در نظر گرفت می‌شد، اما امروزه این مسائل به عنوان مسائل جاری در نظر گرفته می‌شوند زیرا دولت‌ها سعی در اتخاذ اقدامات یا کاوش تکنولوژی‌های دوستدار محیط زیست به منظور توقف فاجعه‌ی زیست محیطی دائمی دارند. ایجاد شبکه‌ی جهانی وب و اینترنت یک نیروی محرکه در پشت جهانی شدن بود. این دو تکنولوژی موفق به تبدیل کل سیاره به یک دهکده‌ی دیجیتال شده و مسیرهای تازه‌ای برای دانش و تحقیقات علمی ایجاد نمودند. با این حال، عواقب تکنولوژی‌های دیجیتال منفی نیز بود. نگهداری تعداد عظیمی از کامپیوترهای سرور و استفاده‌ی روزانه از میلیون‌ها کامپیوتر شخصی به افزایش گازهای گلخانه‌ای در زمین کمک کرده‌اند. تکنولوژی‌های جدید، نظیر رایانش ابری، ظهور یافته و این امیدواری را به ارمغان آورده‌اند که مصرف برق رایانشی را به گونه‌ای می‌توان مهار کرد که بر روی محیط زیست اثر نگذارد.

ابرها چیزی بیش از اینترنت هستند. بر اساس تعریف Mell and Grance (۲۰۱۱)، رایانش ابری [۱]مدلی است برای فراهم کردن یک مخزن مشترک از منابع رایانشی بر حسب تقاضا که می‌تواند به سرعت و با کمترین تلاش مدیریتی منتشر شود. Dikaiakos et al (۲۰۰۹) رایانش ابری را به صورت انتقال خدمات فناوری اطلاعات از دسکتاپ به دیتاسنترهای بزرگ تعریف می‌نمایند. Qian et al (۲۰۰۹) معماری رایانش ابری استفاده شده در سازمان‌ها را به عنوان یک معماری با دو لایه‌ی اصلی تعریف نموده‌اند، لایه‌ی پشته‌ی هسته‌ای و لایه‌ی مدیریت. لایه‌ی پشته‌ی [۲]هسته‌ای شامل سه زیرلایه است: برنامه‌های کاربردی، پلتفرم، و منابع (شکل ۱).

[۱] رایانش ابری در اشکال مختلف به سرعت تبدیل به برجسته‌ترین روش در ارائه‌ی دسترسی بر حسب تقاضا به زیرساخت محاسباتی، داده‌ها، و نرم‌افزارهای کاربردی برای سرویس‌های اینترنتی شده است. از طریق استفاده از مجازی‌سازی، چند مالکیتی بودن، و مدلهای سرویس مختلف، حتی شرکت‌های کوچک نیز قادر به ساخت و مقیاس کردن سریع برنامه‌های کاربردی موبایل و وب می‌باشند.
از مهم ترین اهداف رایانش ابری برانگیختن و ترویج پژوهش‌های پایه مرتبط با نظریه‌ی بدیع، الگوریتم‌های نو، تحلیل‌های عملکرد، و کاربردهای تکنیک‌های رایانش ابری می‌باشد.

[۲] Stack Layer

Archive of SID



شکل ۱ - معماری رایانش ابری. برگرفته از Qian et al (۲۰۰۹)

رده‌بندی‌های مختلفی از رایانش ابری وجود دارد نظیرِ سخت‌افزار به عنوان سرویس (HaaS)، نرم‌افزار به عنوان سرویس (SaaS)، پلتفرم به عنوان سرویس (PaaS) و زیرساخت به عنوان سرویس (IaaS). HaaS کاربران را قادر می‌سازد تا کل یک دیتاسنتر را بر روی طرح اشتراکی پرداخت به شرط استفاده اجاره نمایند. SaaS یک برنامه‌ی کاربردی نرم‌افزاری را میزبانی می‌کند که مشتریان می‌توانند بدون نصب نرم‌افزار بر روی کامپیوترهای شخصی خود از آن استفاده نمایند (Wang and von Laszewski, ۲۰۰۸). سیستم‌های ابری می‌توانند پلتفرمی نرم‌افزاری به منظور اجرای یک سیستم ارائه نمایند (Vaquero et al., ۲۰۰۹) و با زیرساخت به عنوان سرویس، کاربر می‌تواند سیستم عامل خود را علاوه بر نرم‌افزار مجازی‌سازی فراهم شده توسط ارائه دهنده مستقر و اجرا نماید (Prodan and Ostermann, ۲۰۰۹). جدول ۱ برخی تکنولوژی‌ها برای پلتفرم‌های مختلف رایانش ابری را فهرست می‌کند.

www.SID.ir

مزایای استفاده از تکنولوژی‌های ابر فراوان هستند. آنها با ارائه‌ی خدمات IT، نظیر آپدیت‌های نرم‌افزاری و عیب‌یابی موارد امنیتی، انعطاف‌پذیری را فراهم می‌کنند و توسعه‌ی برنامه‌های کاربردی مشترک را، که همکاری آنلاین ترویج می‌دهند، مجاز می‌سازند. رایانش ابری نیازی به استفاده از تجهیزات با کیفیت بالا نداشته و استفاده از آن آسان می‌باشد. به علاوه، رایانش ابری ما را قادر به اشتراک گذاری داده بین پلتفرم‌های متفاوت می‌کند (Zhang et al., ۲۰۱۰). رایانش ابری افق‌های جدیدی را به رقابت‌های تجاری ارائه می‌نماید زیرا کسب و کارهای کوچک را قادر می‌سازد تا از این تکنولوژی جدید به منظور رقابت موثرتر با رقبای بزرگتر و با استفاده از خدمات IT به صورت سریعتر و به روشی امن‌تر استفاده نمایند. از طریق رایانش ابری، شرکت‌ها از فضای سروری که نیاز دارند استفاده می‌کنند، بنابراین مصرف انرژی در مقایسه با حالتی که از سرورهای خود در محل شرکت استفاده می‌کردند کاهش می‌یابد.

Cloud Computing Framework	Example Technology
SaaS	Google Apps, Facebook, YouTube
PaaS	MS Azure, Google AppEngine, Amazon SimpleDB/S3
IaaS	(Infrastructure) Amazon EC2, GoGrid, Flexiscale
	(Hardware) Data Centers
HaaS	Servers, backup

جدول ۱ - پلتفرم‌های رایانش ابری

رایانش ابری می‌تواند به عنوان مثالی از IT سبز در نظر گرفته شود. Jenkin et al (۲۰۱۱) ، IT های سبز را به عنوان تکنولوژی‌هایی تعریف نمود که مستقیم یا غیرمستقیم پایداری زیست محیطی را در سازمان‌ها ترویج می‌دهند. اصطلاح پایداری[۱] به توزیع عادلانه منابع بین نسل‌های حال و آینده و بین عامل‌های نسل کنونی به منظور حفظ و نگهداری اندازه‌ی اقتصاد جاری در ارتباط با سیستم اکولوژیکی که از آن پشتیبانی می‌نماید، اشاره می کند (Costanza, ۱۹۹۴). اصطلاح پایداری زیست محیطی نیز به حفظ توانایی ذاتی محیط زیست در پشتیبانی از حیات انسان اشاره دارد. این امر تنها با اتخاذ تصمیمات مناسب قابل دستیابی است.

پایداری زیست محیطی یک تاریخ طولانی دارد. در سال ۱۸۴۲، Jean Baptiste Joseph Fourier اولین بار به گازهای گلخانه‌ای اشاره نمود و در سال ۱۸۹۶، Svante Arrhenius اظهار داشت که سطوحی از دی‌اکسید کربن در اتمسفر از طریق اثر گلخانه‌ای بر روی دمای جهانی تأثیر می‌گذارد. اولین کنفرانس بزرگ جهانی در مورد پایداری زیست محیطی، کنفرانس استکهلم بود که برای حفظ محیط زیست انسان، در سال ۱۹۷۲ برگزار گردید. در سال ۱۹۹۲، چارچوب کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوایی (UNFCC) در ریودوژانیرو برگزار شد. پروتکل کیوتو که در سال ۱۹۹۷ امضاء شد به طور قانونی ۳۷ کشور صنعتی را انجام اقدامات خاصی مقید می‌کند (Boone and Ganeshan, ۲۰۱۲).

به منظور دستیابی به پایداری زیست محیطی، تغییرات اساسی در تولید باید محقق گردد. این تغییرات در موازات تکامل پیوسته‌ی سیستم‌های تکنولوژیکی، به ویژه ساخت سیستم‌های تکنولوژیکی نوآورانه می‌باشد

Hekkert et al (۲۰۰۷) مشخص کرد که نرخ تغییر تکنولوژی نه تنها توسط رقابت میان تکنولوژی‌های متفاوت، بلکه توسط رقابت میان سیستم‌های خلاقانه‌ی جاری تعیین می‌گردد. به منظور درک سیستم‌های خلاق یا نوآورانه، تعریفی از سیستم‌های تکنولوژیکی باید ارائه گردد. سیستم‌های تکنولوژیکی شبکه‌ای از عوامل را در بر می‌گیرند که در حوزه‌ی اقتصادی-صنعتی تحت یک زیرساخت نهادی خاص تعامل نموده و از تبدیل و تولید تکنولوژی پشتیبانی می‌کنند (Carlsson and Stankiewicz, ۱۹۹۱).

[۱] sustainability

Archive of SID

بنابراین سیستم‌های تکنولوژیکی نوآورانه باید به منظور دستیابی به پایداری مورد استفاده قرار گیرند. آنها می‌توانند با استفاده از تکنولوژی‌هایی نظیر تکنولوژی‌هایی که منابع را به گونه‌ای مدیریت می‌نمایند که عملکرد و مصرف انرژی بهینه باشد، این پایداری را فراهم آورند. علاوه بر آن، آنها تحقق پژوهش با استفاده‌ی موثرتر از منابع انرژی جهانی را مقدور می‌سازند. Ce´cile et al (۲۰۰۲) مشخص کرد که سیاست‌های نوآورانه برای توسعه‌ی پایدار باید تنوع تکنولوژیکی و ظرفیت نوآوری درازمدت را با استفاده‌ی موازی از تکنولوژی‌های پاک ترویج نمایند. Watson et al (۲۰۱۰) ذکر کرد که این مهم است که یک رویکرد علمی را در توسعه‌ی IT برای پایداری زیست محیطی و به منظور توقف استفاده از رویکردهایی که شکل‌دهی مدیریت و سیاست را در بر می‌گیرند دنبال کنیم.

چالش‌های استفاده از رایانش ابری به عنوان تکنولوژی سبز

تعدادی چالش مرتبط با استفاده از رایانش ابری سبز وجود دارد. چالش اصلی به حداقل رساندن استفاده‌ی انرژی و تأمین نیازمندی‌های مرتبط با کیفیت سرویس می‌باشد. با این حال زمانی که رایانش ابری برای کاربردهای زیست محیطی در نظر گرفته می‌شود، مسائلی وجود دارند از جمله:

- *تخصیص منابع پویای آگاه از مصرف انرژی:* در رایانش ابری، چرخه‌ی انرژی بیش از حد سرورها می‌تواند به طور منفی بر روی قابلیت اعتماد آنها اثر بگذارد. علاوه بر آن، در محیط ابری پویا، هرگونه وقفه در انرژی می‌تواند کیفیت سرویس ارائه شده را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین، یک ماشین مجازی (VM) نمی‌تواند رفتار زمانی یک ماشین فیزیکی را به طور دقیق ثبت نماید. این می‌تواند منجر به مشکلات نگهداری زمان و اندازه‌گیری‌های غیردقیق زمان در VM گردد، که در نتیجه می‌تواند سبب اجرای ناصحیح یک توافقنامه‌ی سطح سرویس (SLA) گردد (Kalange Pooja, ۲۰۱۳).
- *تأمین و انتخاب منابع مبتنی بر کیفیت سرویس (QoS):* انتخاب منبع آگاه از QoS نقش قابل ملاحظه‌ای در رایانش ابری بازی می‌کند. تأمین و انتخاب بهتر منبع می‌تواند منجر به کارایی مصرف انرژی گردد (Kalange Pooja, ۲۰۱۳).
- *بهینه‌سازی توپولوژی‌های شبکه‌ی مجازی:* به دلیل مهاجرت‌های VM یا تخصیص غیربهینه‌ی ماشین، VM های در حال ارتباط می‌توانند بر روی گره‌های فیزیکی راه دور میزبانی شده باشند، و در نتیجه، هزینه‌ی انتقال داده‌ها بین آنها می‌تواند بالا باشد (Kalange Pooja, ۲۰۱۳).
- *افزایش آگاهی در مورد مسائل زیست محیطی:* کاربران تکنولوژی‌های رایانش ابری سبز باید در مورد استفاده از این تکنولوژی در قطعنامه‌ی مشکلات زیست محیطی خاص، نظیر کاهش انتشار کربن، آگاه باشند.
- *SLA ها:* این موافقتنامه‌ها به منظور تکثیر یک برنامه‌ی کاربردی بر روی چندین سرور فراهم شده‌اند. مشتریان ابر باید طیفی از پارامترهای SLA ها، نظیر حفاظت از داده‌ها، خروجی، و ساختار قیمتی که توسط فروشندگان مختلف ابر ارائه شده‌اند را مورد ارزیابی قرار دهد (Padhy et al., ۲۰۱۱).
- *مدیریت اطلاعات در ابر:* عملیات ابر با انباشتگی میزان زیادی از داده‌ها مشخص می‌گردد. ارائه دهندگان سرویس ابر به منظور دستیابی به امنیت کامل داده‌ها، متکی بر ارائه دهندگان زیرساخت ابر می‌باشند. به علاوه، VM ها می‌توانند از یک مکان به مکانی دیگر منتقل شوند؛ بنابراین، هرگونه پیکربندی راه دور ابر توسط ارائه دهندگان سرویس می‌تواند ناکافی باشد (Padhy et al., ۲۰۱۱).

Archive of SID

www.SID.ir

- *قابلیت همکاری:* بسیاری از سیستم‌های ابر عمومی به هم نزدیک بوده و برای تعامل با یکدیگر طراحی نشده‌اند. استانداردهای صنعتی باید به منظور اجازه به ارائه دهندگان سرویس ابر جهت طراحی پلتفرم‌های ابر سازگار ایجاد گردند. انجمن اُپن گرید [۱]یک گروه صنعتی است که برای ارائه‌ی یک واسط برنامه‌ی کاربردی (API) جهت اداره‌ی پلتفرم‌های ابر مختلف بر روی واسط رایانش ابری باز کار می‌کنند (Padhy et al., ۲۰۱۱).
- *امنیت:* مدیریت شناسه‌ی هویت و احراز هویت بسیار مهم می‌باشند، به ویژه برای داده‌های دولتی. دولت‌ها، به ویژه دولت ایالات متحده، زیرساخت‌های رایانش ابری را با کار دپارتمان‌ها و آژانس‌های مختلف ترکیب می‌نمایند. به دلیل اینکه دولت یک موجودیت بسیار پیچیده است، پیاده‌سازی رایانش ابری دربرگیرنده‌ی تغییرات در سیاست‌ها، پیاده‌سازی برنامه‌های کاربردی پویا، و ایمن‌سازی محیط پویا می‌باشد (Paquette et al., ۲۰۱۰).

رایانش ابری و پایداری

وقتی که با ویژگی‌های خاصی از سایر تکنولوژی‌ها، نظیر تأمین منابع توزیع شده در رایانش گرید، کنترل توزیع شده‌ی اکوسیستم‌های دیجیتال، و پایداری ناشی از رایانش سبز، ترکیب می‌شود، رایانش ابری می‌تواند یک مفهوم فنی – اجتماعی برای رایانش توزیع شده‌ی پایدار ارائه نماید. رایانش گرید شکلی از تکنولوژی توزیع شده است که در آن یک ابرکامپیوتر مجازی خوشه‌ای از کامپیوترهای شبکه شده را که کارهای بسیار بزرگی را انجام می‌دهند شامل می‌گردد (Foster and Kesselman, ۲۰۰۴). اکوسیستم‌های دیجیتال سیستم‌های فنی – اجتماعی هستند که با خود سازماندهی، مقیاس پذیری، و پایداری مشخص می‌شوند (Briscoe and De Wilde, ۲۰۰۶ و Briscoe, ۲۰۰۹). هدف آنها گسترش معماری سرویس‌گرا (SOA) است، لذا از اقتصادهای مبتنی بر شبکه پشتیبانی می‌کنند (Newcomer and Lomow, ۲۰۰۵). رایانش سبز استفاده‌ی موثر و کارآمد از منابع رایانشی است، که به ارزش‌های خاصی برای موفقیت اجتماعی و سازمانی توجه دارد. این ارزش‌ها شامل مردم، سیاره و سودآوری می‌باشند (Marinos and Briscoe, ۲۰۰۹).

پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی می‌توانند از طریق توسعه‌ی یک زیرساخت سبز نیز به دست آیند (Benedict and McMahon, ۲۰۰۲). Weber et al (۲۰۰۶) زیرساخت سبز را به عنوان فراوانی خصوصیات چشم‌اندازی که در ترکیب با فرآیندهای اکولوژیکی در بهداشت و سلامتی انسان سهیم هستند معرفی می کند.

Lafortezza et al (۲۰۱۳) یک چارچوب زیرساخت سبز (GIF) را شناسایی نمود که شامل پنج تابع یا عملکرد بود: سرویس‌های اکوسیستم، تنوع زیستی، انسجام اجتماعی و ارضی، توسعه‌ی پایدار، و رفاه انسان. این عناصر با یکدیگر در تعامل می‌باشند.

تعدادی از مدلهای تجاری رایانش ابری به منظور تضمین پایداری توسعه داده شده‌اند. مثال‌هایی از این دست شامل دو مثال است یکی مدل مکعبی ابر که همکاری در تشکل‌های ابر استفاده شده برای نیازهای خاص تجاری را فراهم می‌سازد و همچنین مدل شش گوش، که شش معیار (مصرف کنندگان، سرمایه گذاران، محبوبیت، ارزشگذاری، نوآوری و انجام کار) برای پایداری تجاری را ارائه نموده و نشان می‌دهد که رایانش ابری با توجه به این معیارها چگونه عمل می‌کند (Chang et al., ۲۰۱۰).

[۱] Open Grid Forum

Archive of SID

ابر می‌تواند از طریق ارتقاء و دگرگونی کسب و کار و ایجاد زنجیره‌های ارزش تجاری جدید منجر به پایداری کسب و کار گردد (Berman et al., ۲۰۱۲).

شرکت‌های متمرکز مسئول زنجیره‌ی تأمین هستند؛ آنها تماس مستقیم با مصرف کننده را ارائه می‌نمایند، به علاوه، کالا یا خدمت ارائه شده را طراحی می‌کنند. شرکت‌های متمرکز همچنین مسئول عملکرد زیست محیطی و اجتماعی تأمین کنندگان خود می‌باشند؛ بنابراین، نیاز فزاینده‌ای برای مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار وجود دارد (Seuring and Muller, ۲۰۰۸ و Handfield and Nichols, ۱۹۹۹ و Schary and Skjott-Larsen, ۲۰۰۱). پیوندی مستقیم بین تأمین کنندگان، شرکت‌های متمرکز و مصرف کنندگان وجود دارد. یکپارچگی تفکر زیست محیطی با مدیریت زنجیره‌ی تأمین منجر به مدیریت زنجیره‌ی تأمین سبز می‌شود. در این مورد، سیستم‌های اطلاعاتی پایدار می‌توانند جهت ارائه‌ی سرویس‌های اطلاعاتی پایدار در زنجیره‌ی تأمین مورد استفاده قرار گیرند. تحقیق بر روی سیستم‌های اطلاعاتی سبز می‌تواند به رده‌های مختلفی دسته‌بندی گردد. اولین رده دربرگیرنده‌ی بررسی چگونگی اصلاح چرخه‌ی حیات توسعه‌ی نرم‌افزار به منظور کاهش اثرات منفی زیست محیطی سیستم‌ها می‌باشد (Haigh and Griffiths, ۲۰۰۸).

دومین رده تحقیق بر روی گزارش‌دهی زیست محیطی، سیستم‌های حسابداری و اندازه‌گیری، و استفاده از مدیریت دانش برای پایداری زیست محیطی را در بر می‌گیرد. همچنین برخی مطالعات پژوهشی نیز به در نظر گرفتن پارامترهای زیست محیطی در زمان طراحی کالاهای جدید مربوط می‌باشند. یک پلتفرم رایانش ابری می‌تواند به عنوان یک سیستم اطلاعاتی سبز مشخص شود که سرویس‌های اطلاعاتی سبز را اداره می‌کند.

پایداری ارائه شده توسط رایانش ابری می‌تواند توسط این واقعیت نشان داده شود که این تکنولوژی خاص اجازه می‌دهد تا سازمان‌های تجاری کوچک در یک زمان بسیار کوتاه به میزان بالایی از توان رایانشی دسترسی پیدا کنند؛ در نتیجه، آنها قابلیت رقابت بیشتری با سازمان‌های بزرگ پیدا می‌کنند. کشورهای جهان سوم نیز می‌توانند به طور قابل ملاحظه‌ای از تکنولوژی‌های رایانش ابری منفعت ببرند زیرا آنها می‌توانند از خدمات IT ای که پیش از این به دلیل کمبود منابع نمی‌توانستند دسترسی داشته باشند استفاده نمایند. رایانش ابری زمان را در بازار کسب و کارها شتاب می‌دهد زیرا دسترسی سریعتر به منابع سخت‌افزاری را بدون هرگونه سرمایه‌گذاری چشمگیری ممکن می‌سازد. در این حالت، هیچ گونه سرمایه‌گذاری ثابت (Capex) وجود ندارد، تنها هزینه‌های عملیاتی وجود دارند (Opex). رایانش ابری تحقق برنامه‌های کاربردی جدید و نوآورانه، نظیر برنامه‌های کاربردی تعاملی موبایلی بلادرنگ، آگاه از متن، مکان و محیط، پردازش دسته‌ای موازی که در پردازش میزان زیادی از داده‌ها در طول دوره‌های زمانی خیلی کوتاه استفاده می‌شوند و آمار و ارقام تجاری برای تحلیل رفتاری مشتری را ممکن می‌سازد (Marston et al., ۲۰۱۱).

کاربردهای پایدار رایانش ابری

بخش معماری، مهندسی، و ساخت (AEC) یک صنعت مبتنی بر پروژه‌ی تکه تکه شده با اشتراک گذاری داده‌ی بسیار قوی می‌باشد. Beach et al (۲۰۱۳) چگونگی استفاده از رایانش ابری در بخش AEC برای مدیریت و همکاری بهتر داده‌ها را توصیف نمود. به منظور ایجاد یک معماری کارآمد برای یک پیش الگوی رایانش ابری، از یک مدل اطلاعاتی ساختمان (BIM) برای بازنمایی داده‌ها استفاده کردند که یک مخزن مجازی چهار بعدی از تمام داده‌های مرتبط با یک پروژه‌ی ساخت و ساز می‌باشد، نظیر مدلهای سه بعدی ساختار ساختمان، اطلاعات مدیریت داده‌ی ساخت نظیر طرح‌ها و زمانبندی‌ها، اطلاعاتی در

Archive of SID

www.SID.ir

مورد تمام آیتم‌های درون ساختمان، و اطلاعاتی در مورد روند ساخت پروژه. یک پلتفرم رایانش ابری خاص مبتنی بر CometCloud، که یک موتور رایانشی خودکار برای محیط‌های گرید و ابر می‌باشد، است. به طور خاص، این پلتفرم در توسعه‌ی ابرهایی با قابلیت رایانشی قابل اندازه‌بندی که هم با محیط‌های رایانشی محلی و هم با سرویس‌های ابر عمومی یکپارچه شده است و قابلیت توسعه‌ی یک طیف وسیعی از کاربردهای برنامه‌نویسی را دارد، مفید می باشد (Kim and Parashar, ۲۰۱۱). پیش الگوی CloudBIM با استفاده از مدل برنامه‌نویسی ارباب-کارگر[۱] CometCloud ساخته شده و شامل سه عنصر اصلی است: مشتری، ارباب‌ها و کارگرها. عملکرد CloudBIM مبتنی است بر تعامل بین ارباب‌ها و کارگرها. کارگرها داده‌ها را ذخیره نموده و مسئول تأیید اعتبار هر گزارشی هستند که دریافت می‌کنند. مشتری، مسئول تأمین ارتباط بین کاربران و گره ارباب محلی می‌باشد. این واسط، کارها و اعمال کاربران را به گزارش ها تبدیل می‌نماید (Beach et al., ۲۰۱۳).

پایداری اجتماعی همچنین می‌تواند از طریق استفاده از شبکه‌های اجتماعی به دست آید. این نوع شبکه می‌تواند مبتنی بر پلتفرم‌های ابر یا برنامه‌های کاربردی ابر باشد و می‌تواند در شبکه‌های اجتماعی محقق گردد. ایجاد سایت‌های آنلاین اجتماعی روش‌هایی آسان‌تر و کم هزینه‌تر برای انجمن‌های توسعه‌ی پایدار به منظور توسعه‌ی طیف وسیعی از انجمن‌های جدید را فراهم می‌کند. TakingITGlobal به عنوان نمونه ای از شبکه‌های اجتماعی آنلاینِ پایدار است، که با استفاده از بلاگ‌ها، گروه‌های آنلاین و تقویم‌های رویدادی از اعمالی که جوان پسند می باشد، پشتیبانی می‌کند.

بوسان دومین شهر بزرگ کره جنوبی و پنجاهمین شهر بزرگ دنیاست. یک زیرساخت ابر مبتنی بر سیستم محاسباتی متحد سیسکو برای بوسان فراهم شده است. راه‌حل توسعه داده شده انجمن‌های متصل هوشمند بوسان می‌باشد، که تلاش دارد پایداری اجتماعی، اقتصادی، و زیست محیطی را ارائه نماید. این زیرساخت دولت شهری بوسان، مرکز برنامه‌های کاربردی موبایل بوسان، و پنج دانشگاه محلی را به یکدیگر متصل می‌کند. انتظار می‌رود در طول سال ۲۰۱۴ پلتفرم ابر بوسان ۳۵۰۰ فرصت شغلی جدید و ۳۰۰ شرکت start-up که بر روی توسعه‌ی مرکز برنامه‌های کاربردی موبایل متمرکز هستند ایجاد نماید (Cisco, ۲۰۱۲).

رایانش ابری همچنین بر روی دولت نیز اعمال شده است. دولت ایالات متحده تلاش‌هایی را برای معرفی رایانش ابری به مدیریت خدمات عمومی (GSA)، مدیریت ملی فضایی و هوانوردی (NASA)، وزارت کشور، وزارت بهداشت و خدمات انسانی (HHS)، اداره‌ی آمار، و کاخ سفید نموده است. به طور خاص، GSA می‌تواند میزبانی مبتنی بر ابر پورتال‌های دولت الکترونیک اولیه‌ی دولت فدرال -USA.gov- و سایت اسپانیایی زبان مربوطه -GobiernoUSA.gov- را فراهم نماید. NASA از پلتفرم رایانش ابری Nebula استفاده می‌کند، که می‌تواند شفافیت را در درگیری با تلاش‌های فضایی ارائه نماید. مرکز تجارت ملی وزارت کشور (NBC) چندین برنامه‌ی کاربردی مدیریت منابع انسانی مبتنی بر ابر، شامل آموزش مبتنی بر وب، نیروی انسانی، و برنامه‌های استخدام را معرفی نموده است. NBC همچنین نرم‌افزار تدارکات و مالی مبتنی بر ابر را ارائه می‌کند (U.S. Department of the Interior, NBC, ۲۰۰۹).

مرکز پشتیبانی برنامه‌ی (PSC) وزارت بهداشت و خدمات انسانی Salesforce.com را برای SaaS آزمایشی، و برای چند هفته انتخاب کرده، این برنامه یک پیلوت در حال کار آنلاین دارد (Gross, ۲۰۰۹). اداره‌ی آمار ایالات متحده از SaaS Salesforce.com به منظور اداره‌ی فعالیت‌های حدود ۱۰۰۰۰۰ سازمان همکار استفاده می‌کند. کاخ سفید نیز از رایانش ابری برای اجازه به شهروندان ایالات متحده برای بیان نظرات خود درباره‌ی رئیس جمهور اوباما استفاده می‌نماید (Hart,

[۱] Master-Worker programming model

Archive of SID

۲۰۰۹). دولت بریتانیا نیز همچنین استفاده از رایانش ابری از طریق توسعه‌ی G-Cloud، که یک شبکه‌ی رایانش ابری در گستره‌ی دولت می‌باشد (Glick, ۲۰۰۹)، را معرفی نموده است. Petrov (۲۰۰۹) تلاش‌هایی را از جانب برخی کشورهای اروپایی، نظیر سوئد، فرانسه، و اسپانیا شناسایی نموده است، که بر روی پیاده‌سازی رایانش ابری برای توسعه‌ی اقتصادی، خدمات بهداشتی و آموزشی، و شبکه‌های حمل و نقل متمرکز می‌باشند.

امروزه رایانش ابری برای پیشبرد تحقیقات علمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک مثال در این زمینه پروژه‌ی Cumulus می‌باشد، که یک پروژه‌ی رایانش ابری در حال اجرا بوده و در مرکز Steinbuch برای محاسبات موسسه‌ی فناوری Karlsruhe (KIT) تأسیس شده است. هدف Cumulus تأمین زیرساخت‌های مجازی برای تحقیقات علمی می‌باشد (Juve and Deelman, ۲۰۱۰). رایانش ابری برای سازمان اروپایی تحقیقات هسته‌ای (CERN)، که آزمایش‌های مختلفی را تحقق بخشیده (برای مثال، آزمایش ALPHA، آزمایش مرکز آنلاین جداسازی ایزوتوپ[۱]، برخورد دهنده‌ی بزرگ هادرون (LHC)، اندازه‌گیری سطح مقطع الاستیک کلی و غیره)، مقدار بسیار زیاد و شگفت‌آوری از داده‌ها (تقریباً ۱۵ پتابایت) را که برای شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل بسیار مفید و مهم می‌باشند تولید می نماید.

دیتاسنتر CERN مسئول جمع‌آوری این داده‌ها می‌باشد. در سال ۲۰۰۲، دیتاسنتر CERN ملزم به استفاده از گرید محاسباتی LHC جهانی (WLGC) گردید، که یک زیرساخت رایانشی توزیع شده در لایه‌هایی است که به ۸۰۰۰ فیزیکدان دسترسی بلادرنگ به داده‌های LHC را ارائه می‌دهد. با این حال، CERN امروزه بر روی استفاده از تکنولوژی ابر برای اداره‌ی بهتر این مجموعه‌های داده‌ای عظیم تمرکز کرده است (CERN, ۲۰۱۴). بسیار محتمل است که CERN به منظور آپدیت کردن عملیات مدیریت داده‌های خود نرم‌افزار رایانش ابری OpenStack را برای استفاده انتخاب نماید (Purcell, ۲۰۱۴). سایر مثال‌های استفاده از رایانش ابری برای تحقیقات علمی شامل Red Cloud از دانشگاه Cornell، Wispy از دانشگاه Purdue، و ابر مرکز ابرکامپیوتر سان دیگو (SDSC) می‌باشد (University of Chicago and Argonne National Laboratory, ۲۰۱۴).

دیده‌بانی جنگل جهانی[۲] یک ابزار نقشه‌کشی آنلاین ایجاد شده توسط گوگل، موسسه منابع جهانی، و ۴۰ همکار دیگر می‌باشد. این ابزار مبتنی است بر تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ی Landsat۷ که توسط موتور جستجوی گوگل، پلتفرم ابر شرکت برای تحلیل داده‌های جغرافیایی، پردازش می‌شوند. اندازه‌ی داده‌های تصویری که مورد پردازش قرار گرفت در حدود ۲۰ تراپیکسل بود، که نیازمند ۱ میلیون ساعت واحد پردازنده‌ی مرکزی (CPU) بر روی ۱۰۰۰۰ کامپیوتر که به طور موازی برای یک دوره‌ی چند روزه عمل می‌کنند می‌باشد. گوگل تخمین می‌زند که یک کامپیوتر واحد ۱۵ سال برای انجام کارهای محقق شده توسط ابزار دیده‌بانی جنگل جهانی نیاز خواهد داشت. هدف این سیستم نقشه‌برداری، ارتقاء تصاویر ماهواره‌ای با داده‌های اجتماعی، که سوءاستفاده‌ی احتمالی از جنگل را مستند خواهد نمود نیز می‌باشد (Claburn, ۲۰۱۴).

رایانش ابری جهت پردازش یک فرآیند وارونه برای magnetotellurics، که یک تکنیک ژئوفیزیک برای مشخص نمودن مخازن گرمایی زمین و اکتشاف معدن است استفاده می‌شود. کل فرآیند وارونه بر روی ابر رایانشی الاستیک آمازون (EC۲) با استفاده از نمونه‌های EC۲ در دسترس پیاده‌سازی شده است. تشخیص سطح الکتریکی رسانایی در طیف برنامه‌های کاربردی که تکامل تکتونیک و اکتشاف زمین گرمایی و معدنی را پوشش می‌دهند قابل توجه می‌باشد. Mudge et al (۲۰۱۱) توصیف می‌کند که چگونه یک برنامه‌ی FORTRAN به منظور محصورسازی محاسبات مدلسازی فرآیند و منطق توسعه داده شده

[۱] I.S.O.L.D.E
[۲] Global Forest Watch

Archive of SID

است. این برنامه در یک برنامه‌ی کاربردی وب جاسازی شده است که کل فرآیند وارونگی به عنوان یک کالای نرم‌افزاری وارونه MT سه بعدی بسته‌بندی می‌شود، که از هر مکان از طریق یک ورود امن قابل دسترسی می‌باشد.

روش magnetotellurics، برای درک فرآیندهای درگیری است که در طول سیستم سوخت سیستم‌های زمین گرمایی پیشرفته (EGS) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

آزمایشگاه ملی Lawrence Berkeley و دانشگاه شمال غربی در ایالات متحده یک ابزار مدلسازی ساخته‌اند که صرفه‌جویی‌های انرژی ناشی از حرکت نرم‌افزار شبکه‌ی محلی را نشان داده و به شرکت‌های ابری خدمات‌رسانی می‌کند. این ابزار خاص مدل تحقیقاتی انتشار و انرژی ابر (CLEER) نامیده می‌شود. هدف این مدل تأمین یک چارچوب برای ارزیابی مصرف انرژی خالص و انتشار گازهای گلخانه‌ای رایانش ابری در مقایسه با سیستم‌های سنتی می‌باشد (Irfan and ClimateWire, ۲۰۱۳). رایانش ابری از طریق مجازی‌سازی، که تثبیت و مهاجرت، مدیریت گرما، و تخصیص آگاه از دمای ماشین مجازی را مقدور می‌سازد، در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌نماید؛ این‌ها تکنیک‌هایی هستند که منجر به کاهش مصرف برق می‌شوند (Garg and Buyya, ۲۰۱۲). استقرار مقیاس بزرگ زیرساخت مجازی سرور می‌تواند منجر به تعادل بارهای کامپیوتر و ذخیره‌سازی در میان سرورهای فیزیکی گردد. طراحی بهینه‌ی دیتاسنترهای ابر اجازه می‌دهد تا سرورها در دمای بهینه‌ای اجرا شده و مورد استفاده قرارگیرند. به علاوه، رایانش ابری تأمین پویای ظرفیت زیرساخت و اشتراک گذاری نمونه‌های برنامه‌های کاربردی بین سازمان‌های مشتری را ارائه می‌کنند که منجر به کاهش اوج بارها می‌شود (accenture and WSP, ۲۰۱۰).

Eye on Earth یک سیستم اشتراک گذاری اطلاعات زیست محیطی توسعه داده شده توسط آژانس محیط زیست اروپا (EEA) می‌باشد، که مبتنی بر پلتفرم ابر ویندوز Azure مایکروسافت است. اشتراک گذاری اطلاعات در خطاب کردن کارآمد و موثر مسائل زیست محیطی مهم می‌باشد. کاربران محیط زیست می‌توانند سیاست گذاران، انجمن‌ها یا افراد، سازمان‌های زیست محیطی، پاسخ دهندگان اضطراری باشند. داده‌های مختلف زیست محیطی، نظیر کیفیت آب و هوا بررسی شده و می‌توانند در یک قالب بصری بازنمایی شوند. برای مثال، یک نقشه‌ی هوشمند به کاربران اجازه می‌دهد تا اطلاعات زیست محیطی را کشف نمایند (European Environment Agency, ۲۰۱۴).

دولت ایالات متحده به صورت پیش قدم عملیات تغییر آب و هوا را به منظور کمک به سازمان‌ها و شهروندان جهت استفاده از اطلاعات عمومی به طور موثرتر برای آماده‌سازی بهتر برای اثرات تغییر آب و هوا راه اندازی نموده است. گوگل ۵۰ میلیون ساعت از زمان رایانش ابری بر روی موتور Google Earth پلتفرم تجزیه و تحلیل مکانی را برای این پروژه اهداء کرده است. موتور Google Earth می‌تواند تغییرات سطح زمین را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تشخیص دهد. مثال‌های کاربردی آن توسعه‌ی اولین نقشه‌های جهانی از قطع درختان جنگلی و توسعه‌ی تقریباً یک سیستم بلادرنگ است که قطع درختان جنگل ناشی از تغییرات آب و هوایی را شناسایی می‌کند (Google, ۲۰۱۴). از این موتور جهت مدیریت تأمین آب کشاورزی و مدلسازی اثرات افزایش سطح آب دریا استفاده خواهد شد (Weiss, ۲۰۱۴).

تکنولوژی‌های اطلاعاتی و ارتباطی (ICT) نقش مهمی را در سیستم‌های پاسخ فوری در طول فجایع طبیعی بازی می‌کنند. Alazawi et al (۲۰۱۱) استفاده از یک سیستم مدیریت فاجعه‌ی هوشمند بر مبنای استفاده از شبکه‌های ادهاک خودرویی (VANETs) و تکنولوژی‌های موبایل و ابر را پیشنهاد می‌کنند. VANET ها پیشرفته‌ترین تکنولوژی سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) می‌باشند. آنها وسایل نقلیه‌ای هستند که با حسگرها و امکانات ارتباطی بی‌سیم مجهز شده‌اند. تمرکز اصلی کاربرد VANET ها ایمنی و کارایی حمل و نقل می‌باشد. سیستم پاسخ فوری خودرویی مبتنی بر ابر شامل سه لایه‌ی اصلی

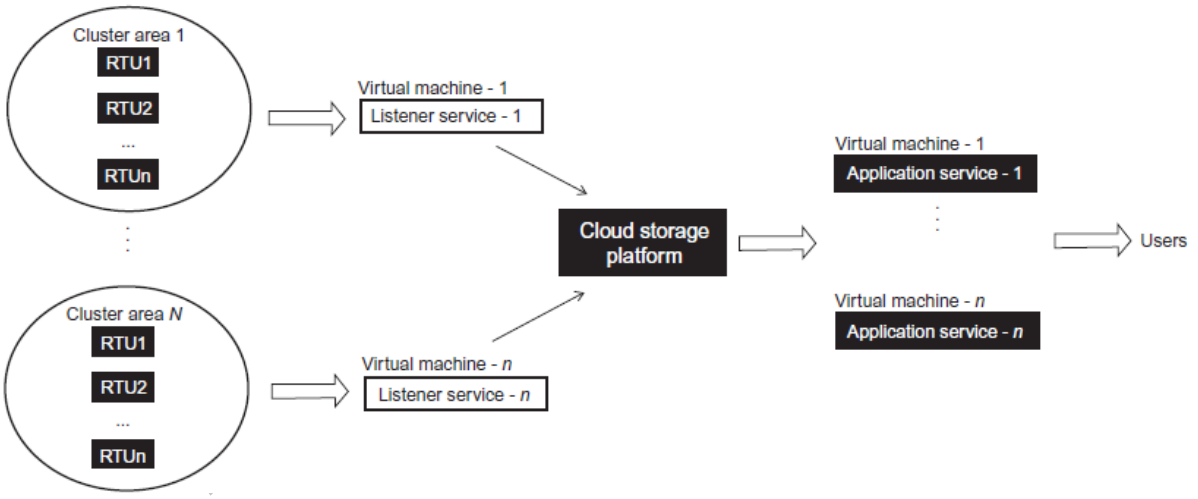
Archive of SID

www.SID.ir

است: زیرساخت ابر، هوشمندی، و لایه‌های واسط سیستم. لایه‌ی زیرساخت ابر بنیادی برای پلتفرم پایه برای سیستم اضطراری می‌باشد. لایه‌ی هوشمندی مدلهای محاسباتی ضروری برای توسعه‌ی استراتژی‌های پاسخ فوری بهینه را ارائه می‌دهد. لایه‌ی واسط سیستم داده‌ها را از اینترنت، رسانه‌های اجتماعی و حتی از تیرک‌های کنار جاده جمع‌آوری می‌کند. این سیستم در الرمادی عراق پیاده‌سازی شده است.

Suakanto et al (۲۰۱۲) استفاده از زیرساخت رایانش ابری را برای تشخیص فجایع زیست محیطی پیش از وقوع و نظارت بر شرایط زیست محیطی پیشنهاد می‌کنند. بسته به نوع کاربرد زیست محیطی که سیستم در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، حسگرهای متفاوتی استفاده می‌شوند. برای مثال، برای نظارت بر کاربردهای هوا، حسگرهای کنترل دی‌اکسید کربن یا کیفیت هوا مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ برای کاربردهای نظارت بر آب، حسگرهای اندازه‌گیری pH آب می‌توانند استفاد شوند. یک واحد ترمینال راه دور (RTU) به منظور جمع‌آوری داده‌ها از انواع مختلف حسگرهای آنالوگ و دیجیتال مورد استفاده قرار می‌گیرد. این واحدها در مناطقی که احتمال وقوع فجایع می‌رود نصب می‌شوند. یک پلتفرم ابر برای پردازش و ذخیره‌سازی مرکزی داده‌ها استفاده می‌شود (شکل ۲).

داده‌های جمع‌آوری شده توسط حسگرها به سرویس گوش دهنده‌ی ماشین‌های مجازی ارسال می‌گردند. عملکرد اصلی این سرویس خواندن و پردازش داده‌های حسگر و ذخیره‌ی آنها در مخزن ذخیره‌سازی ابر می‌باشد. زمانی که کاربران آنلاین هستند، می‌توانند داده‌های ذخیره شده را با استفاده از سرویس‌های برنامه کاربردی نصب شده بر روی ماشین‌های مجازی مشاهده نمایند.



شکل ۲ – پلتفرم ابر برای موقعیت‌های زیست محیطی. برگرفته از Suakanto et al (۲۰۱۲).

مدرن‌سازی کشاورزی اثر قابل توجهی بر رشد اقتصادی چین داشته است. با اینکه این کشور پیشرفت‌هایی را در محصولات زراعی و حیوانات و اصلاح نباتات داشته است، تولیدات کشاورزی یک عملیات غیرمتمرکز است که با استفاده از فناوری‌های اطلاعات سطح پایین مشخص می‌گردند. مدرن‌سازی کشاورزی، استفاده از تجهیزات کشاورزی مدرن، تکنولوژی کاشت و پرورش کشاورزی مدرن، و اشکال مدرنی از مدیریت و سازمان تولید را در بر می‌گیرد. رایانش ابری می‌تواند منجر به تأسیس یک پلتفرم خدمات شبکه‌ی اطلاعات و یکپارچه سازی تأسیسات تولید، تجهیزات فنی، و خدمات اطلاعاتی جدا از هم، گردد. کاربردهای رایانش ابری شامل یکپارچه‌سازی و اشتراک گذاری اطلاعات کشاورزی، نظارت بلادرنگ بر روی تولید کشاورزی،

www.SID.ir

تأمین خدمات تکنولوژی کشاورزی، ساخت و ارتقاء زنجیره‌ی تأمین کشاورزی، و ردیابی کیفیت محصولات کشاورزی می‌باشد (Zhu et al., ۲۰۱۳).

تکنولوژی‌های مرتبط با رایانش ابری پایدار

برخی تکنولوژی‌ها دارای خصوصیات مشابهی با رایانش ابری بوده یا مرتبط با رایانش ابری می‌باشند، این تکنولوژی‌ها عبارتند از:

- *رایانش Grid*: این تکنولوژی یک شبکه‌ی بزرگ از کامپیوترها را در بر می‌گیرد که برای ایجاد منابع برای ابرکامپیوترهای بزرگ استفاده می‌شوند. در این نوع از شبکه‌ها، عملیات محاسباتی بزرگ و پیچیده می‌توانند صورت پذیرند.
- *مجازی‌سازی*: مجازی‌سازی اجازه‌ی ترکیب چندین برنامه‌ی کاربردی درون ظروف مجازی واقع بر روی سرورهای واحد یا چندگانه را می‌دهند (Padala et al., ۲۰۰۷). مجازی‌سازی اساس رایانش ابری می‌باشد. که کاربران را قادر به دسترسی به سرورها بدون اطلاع از جزئیات آن سرورها می‌کند.
- *محاسبات سودمندی یا کاربردپذیری*: این اصطلاح یک مدل پرداخت بر اساس استفاده برای استفاده از خدمات رایانشی را تعریف می‌کند.
- *محاسبات هوشمند (خودمختار)*: اصطلاح خودمختار، در این حالت به واسپاری مدیریت به خود کامپیوترها اشاره دارد. در محاسبات خودمختار، کامپیوترها می‌توانند بدون دخالت انسان خودشان را تصحیح نمایند.
- *وب سرویس‌ها*: وب سرویس‌ها تعامل برنامه‌های کاربردی با یکدیگر را با استفاده از یک چارچوب متقارن مبتنی بر پروتکل‌های وب موجود و استانداردهای XML باز ساده نموده‌اند. این چارچوب شامل سه عنصر اصلی می‌باشد: پروتکل‌های ارتباطی، توصیفات سرویس، و اکتشاف سرویس (Curbera et al., ۲۰۰۲).

چشم‌اندازهای آینده‌ی رایانش ابری پایدار

آینده‌ی رایانش ابری در رابطه با اثر آن بر روی پایداری عالی است. پتانسیل بسیار زیادی برای کاربردهای اضافه‌تر این تکنولوژی در صنایع مختلف، نظیر تولید، مراقبت‌های بهداشتی، و آموزش و پرورش وجود دارد. مثال‌های این پتانسیل تأمین دسترسی به منابع داده‌ای جهانی از طریق رایانش ابری، تحقق آزمایشات شبیه‌سازی کم هزینه، تأمین نیروی محاسباتی عظیم و انعطاف‌پذیر برای اکتشاف دارو، و نظارت بر سلامتی بلادرنگ می‌باشند. با نمونه‌سازی سریع و طراحی مشترک و پیشرفت فرآیندهای تولید، رایانش ابری همچنین می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای در هماهنگی زنجیره‌ی تأمین شرکت کند. علاوه بر آن، این تکنولوژی می‌تواند پایه‌ای برای یادگیری مشارکتی و بسیار تعاملی باشد (World Economic Forum, ۲۰۱۰).

اتحادیه‌ی اروپا (EU) تحقق اکوسیستم ابر جهانی را پیش‌بینی نموده است. این اکوسیستم می‌تواند خصوصیات جدیدی را به منظور پشتیبانی از بکارگیری ابر و جهت ارتقاء اتخاذ رایانش ابری ارائه نماید.

این اکوسیستم می‌تواند ابزارهای پشتیبانی ارائه کند که مسائل مربوط به ساخت و ساز را پوشش داده و به آسانی پلتفرم‌های جدید، مدلهای برنامه‌نویسی جدید، و ابزارهایی که با توزیع و کنترل سر و کار دارند، امنیت پیشرفته و حفاظت از داده، مدیریت

Archive of SID

داده‌ی کارآمد، کارایی مصرف انرژی، و ترکیب آسان ابرها که منجر به افشای یک واسط تک کاربره می‌شود، را پشتیبانی می‌کند. EU همچنین می‌تواند قابلیت‌های ارائه شده توسط صنایع اروپایی را بکار بگیرد (European Commission, ۲۰۱۴). کشورهای در حال توسعه، نظیر هند، می‌توانند به دنبال روش‌هایی برای افزایش پایداری از طریق استفاده از IT سبز باشند. در حقیقت، هندوستان ۱۸,۲ میلیارد برای IT سبز در سال ۲۰۱۳ هزینه کرده است. مطالعه‌ای که توسط انجمن پایداری الکرونیکی جهانی و مایکروسافت انجام شده نشان می‌دهد که سرویس‌های در حال اجرا بر روی ابر می‌توانند ۹۵ درصد کارآمدتر سرویس‌هایی به روش‌های دیگر باشند (Thomond, ۲۰۱۳).

بازتاب‌هایی بر کاربردهای رایانش ابری پایدار

پایداری موضوعی است که با توجه به مشکلات دائمی زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشد. رایانش ابری می‌تواند بر تمامی این جنبه‌های پایداری (اجتماعی، تجاری، و زیست محیطی) اعمال گردد. ویژگی‌های خاصی از این تکنولوژی، نظیر اشتراک گذاری داده، اجازه می‌دهد تا کسب و کارهای کوچک به منابع محاسباتی عظیم دسترسی داشته و در نتیجه، این کسب و کارها بتوانند رقابتی‌تر شوند. تکنولوژی ابر می‌تواند برای تأمین نیازمندیهای پایداری تنظیم گردد. این تکنولوژی تأمین پویای منابع، چند مالکیتی (خدمات‌رسانی به چندین کسب و کار با استفاده از یک زیرساخت)، استفاده از سرور، و کارایی مصرف انرژی دیتاسنترها را ارائه می‌کند (accenture and WSP, ۲۰۱۰). این تکنولوژی پتانسیل عظیمی در شکل‌دهی به پایداری در حوزه‌های مختلف دارد. به طور ویژه در ارتباط با محیط زیست، این تکنولوژی تحقیقات زیست محیطی، توسعه‌ی سیستم‌های پاسخ فوری، و پیاده‌سازی اقداماتی برای جلوگیری از تغییرات آب و هوایی را ترویج می‌دهد.

با این حال، برخی نگرانی‌ها در ارتباط با کارایی انرژی رایانش ابری وجود دارد. وقتی فایل‌هایی که قرار است بر روی شبکه ارسال گردند خیلی بزرگ باشند، شبکه سهم عمده‌ای در مصرف انرژی خواهد داشت. علاوه بر آن، تحکیم و تقویت ماشین مجازی می‌تواند تعداد سرورهای فعال را کاهش دهد اما یک بار اضافی بر روی چند سرور که توزیع گرمای آنها می‌تواند تبدیل به یک مسئله‌ی بزرگ گردد قرار می‌گیرد. یک چارچوب ابر سبز که این مسائل را در نظر می‌گیرد می‌تواند توسعه داده شود. در چنین چارچوبی، کاربران درخواست سرویس ابر خود را از طریق یک میان‌افزار کارگزار سبز که انتخاب سبزترین ارائه دهنده‌ی ابر را اداره می‌کند ارسال می‌نمایند.

درخواست کاربر می‌تواند برای نرم‌افزار، پلتفرم، یا زیرساخت باشد. ارائه دهندگان ابر سرویس‌های خود را ب شکل عرضه‌هایی در یک دایرکتوری عمومی ثبت نموده و کارگزار سبز آنها را ارزیابی می‌کند. این عرضه‌ها شامل سرویس‌های سبز، قیمت‌گذاری، و زمان وقتی که سرویس باید برای حداقل انتشار کربن ارزیابی گردد می‌باشند. کارگزار سبز انتشار کربن تمامی ارائه دهندگان ابر را محاسبه می‌نماید، سپس سرویس‌هایی را که منجر به کمترین انتشار کربن می‌شوند را انتخاب نموده و آنها را از طرف کاربران خریداری می‌کند. برخی مراحل اضافی باید اتخاذ گردند: طراحی نرم‌افزار در سطوح مختلف (سیستم عامل، کامپایلر، الگوریتم، برنامه‌ی کاربردی) که کارایی انرژی را تسهیل می‌کند، اندازه‌گیری برق مصرفی دیتاسنتر، و استقرار دیتاسنترها در نزدیکی منابع انرژی تجدیدپذیر (Garg and Buyya, ۲۰۱۲).

نتیجه گیری

Archive of SID

www.SID.ir

رایانش ابری یک تکنولوژی پیشرفته با تأثیر زیاد بر روی حوزه‌های مختلف می‌باشد. Michael Dertouzos مدیر اخیر آزمایشگاه علوم کامپیوتر دانشگاه MIT، دیدگاهی داشت در تبدیل رایانش به بخش واجبی از زندگی انسان، درست مثل اکسیژن. بنابراین، وی پروژه‌ی اکسیژن برای توسعه‌ی رایانش فراگیر انسان محور را آغاز نمود. رایانش ابری بهترین مثال از چنین تکنولوژی‌هایی است. این تکنولوژی، روش‌های عرضه‌ی سرویس‌ها را از طریق شبکه‌ی جهانی وب با کاهش وابستگی به سخت‌افزار، دچار انقلاب و دگرگونی کرده است. مهم تر از همه این که برنامه‌های کاربردی می‌توانند مستقل از پیکربندی‌های کامپیوتری خاص اجرا گردند.

رایانش ابری، یک عامل بسیار مهم برای دستیابی به پایداری است که تحقیقات دانشگاهی، توسعه‌ی کسب و کارها، و تشدید رقابت تجاری را ترویج می کند.

ارگان های دولتی، یکپارچه‌سازی این تکنولوژی با زیرساخت موجود خود را آغاز نموده‌اند و رسانه‌های اجتماعی مقبولیت گسترده‌ای به دست آورده‌اند. تأثیری که رایانش ابری می‌تواند در آینده بر محیط زیست داشته باشد، بسیار قابل ملاحظه می‌باشد. کاربردهایی نظیر تحقق سیستم‌های پاسخ اضطراری در طول فجایع طبیعی و تشخیص زودهنگام فجایع زیست محیطی می‌تواند به طور موثری از طریق استفاده از رایانش ابری محقق گردد. همچنین شبکه‌ی اجتماعی نیز می‌تواند برای توسعه‌ی تیم‌هایی که آگاهی‌های زیست محیطی را ترویج می‌دهند یا اطلاعاتی را ارائه می‌دهند که می‌تواند در طول بحران‌های زیست محیطی مفید باشد؛ مورد استفاده قرار گیرد.

با این حال لازم است تا در آینده، تحقیقات بیشتری صورت گیرد تا کاملاً کارآمدی این شاهکار تکنولوژیکِ ارائه شده، به صورت کامل و در بُعد عملی، به معرض ظهور برسد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع:

- accenture and WSP, ۲۰۱۰. Cloud computing and sustainability: the environmental benefits of moving to the cloud. Technical report [online]. Available at: http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture_ Sustainability_Cloud_Computing_TheEnvironmentalBenefitsofMovingtotheCloud.pdf (accessed ۰۱,۰۳,۲۰۱٤.).
- Alazawi, Z., Altowaijri, S., Mehmood, R., Abdljabar, M.B., ۲۰۱۱. Intelligent disaster management system based on cloud-enabled vehicular networks. In: ITS Telecommunications (ITST) ۱۱th International Conference, pp. ۳٦۱-۳٦۸. http://dx.doi.org/۱۰,۱۱۰۹/itst.۲۰۱۱,٦۰٦۰۰۸۳.
- Beach, T.H., Rana, O.F., Rezgui, Y., Parashar, M., ۲۰۱۳. Cloud computing for the architecture, engineering & construction sector: requirements, prototype & experience. J. Cloud Comput. Adv. Syst. Appl. ۲, ۸.
- Benedict, M.A., McMahon, E.T., ۲۰۰۲. Green infrastructure: smart conservation for the ۲۱st century. Renewable Resour. J. ۲۰, ۱۲-۱۷.
- Berman, S.J., Kesterson-Townes, L., Marshall, A., Srivathsa, R., ۲۰۱۲. How cloud computing enables process and business model innovation. Strategy Leadersh. ٤۰ (٤), ۲۷-۳٥.
- Boone, T., Ganeshan, R., ۲۰۱۲. By the numbers: a visual chronicle of carbon dioxide emissions. In: Boone, T., Jayaraman, V., Ganeshan, R. (Eds.), Sustainable Supply Chains - Models Methods, and Public Policy Implications. Springer, New York.
- Briscoe, G., ۲۰۰۹. Digital Ecosystems. Ph.D. dissertation, Imperial College London, London.
- Briscoe, G., De Wilde, P., ۲۰۰٦. Digital ecosystems: evolving service-oriented architectures. In: Conference on Bio Inspired Models of Network, Information and Computing Systems. IEEE Press, Cavalese, Italy. [online]. Available at: http://arxiv.org/abs/۰۷۱۲,٤۱۰۲.
- Carlsson, B., Stankiewicz, R., ۱۹۹۱. On the nature, function and composition of technological systems. J. Evol. Econ. ۱ (۲), ۹۳-۱۱۸.
- Cecile, P., Valenduc, G., Warrant, F., ۲۰۰۲. Technological innovation fostering sustainable development. Levers for a Sustainable Development, Policy.
- CERN, ۲۰۱٤. Computing-experiments at CERN generate colossal amounts of data. The Data Centre stores it, and sends it around the world for analysis [online]. Available at: http://home.web.cern.ch/about/computing (accessed ۱۰,۰٤,۲۰۱٤.).
- Chang, V., Wills, G., De Roure, D., ۲۰۱۰. Cloud business models and sustainability: impacts for businesses and e- research. In: UK e-Science All Hands Meeting ۲۰۱۰, Software Sustainability Workshop, Cardiff, GB, ۱۳-۱٦ Sep ۲۰۱۰, p. ۳.
- Cisco, ۲۰۱۲. City transforms economic sustainability with public cloud, customer case study. Available at: http:// smartcitiescouncil.com/system/tdf/public_resources/cisco_busan٪۲۰ec٪۲۰dev.pdf?file=۱&type=node&id=۲٤۷ (accessed ۱۸,۰٤,۲۰۱٤.).

Archive of SID

www.SID.ir

- Claburn, ۲۰۱٤. Google Powers Forest Protection Effort. [online]. Available at: http://www.informationweek.com/ government/cloud-computing/google-powers-forest-protection-effort/d/d-id/۱۱۱۳۹٥۰ (accessed ۱۸,۰٤,۲۰۱٤.).
- Costanza, R., ۱۹۹٤. Chapter ۲٤: three general policies to achieve sustainability. In: Jansson, A., Hammer, M., Folke, C., Costanza, R. (Eds.), Investing in Natural Capital. Island Press, Washington, DC.
- Curbera, F., Duftler, M., Khalaf, R., Nagy, W., Mukhi, N., Weerawarana, S., ۲۰۰۲. Unraveling the web services web—an introduction to SOAP, WSDL, and UDDI. IEEE Internet Comput. ٦ (۲), ۸٦-۹۳.
- Dikaiakos, M.D., Katsaros, D., Mehra, P., Pallis, G., Vakali, A., ۲۰۰۹. Cloud Computing: Distributed Internet Computing for IT and Scientific Research. IEEE Internet Comput. ۱۳ (٥), ۱۰-۱۳. http://dx.doi.org/۱۰,۱۱۰۹/ MIC.۲۰۰۹,۱۰۳.
- European Commission, ۲۰۱٤. The Future of Cloud Computing—Opportunities for European Cloud Computing Beyond ۲۰۱۰. In: [online]. Available at: http://cordis.europa.eu/fp۷/ict/ssai/docs/cloud-report-final.pdf, (accessed ۱۹,۰٤,۲۰۱٤.).
- European Environment Agency, ۲۰۱٤. Eye on Earth Briefing. [online]. Available at: http://www.eea.europa.eu/ about-us/what/seis-initiatives/eye-on-earth-briefing/view, (accessed ۲۰,۰۳,۲۰۱٤.).
- Foster, I., Kesselman, C., ۲۰۰٤. The Grid: Blueprint for A New Computing Infrastructure. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA.
- Garg, S.K., Buyya, R., ۲۰۱۲. Green cloud computing and environmental sustainability. In: Murugesan, S.,
- Gangadharan, G.R. (Eds.), Harnessing Green IT Principles and Practices. Wiley, Chichester, West Sussex, pp. ۳۱٥-۳۳۷.
- Glick, B., Glick, B., ۲۰۰۹. Digital Britain commits government to cloud computing. Computing. [online]. Available: http://www.computing.co.uk/computing/news/۲۲٤٤۲۲۹/digital-britain-commits (accessed ۱٥,۰٦,۲۰۱۳.).
- Google, ۲۰۱٤. Helping Our Communities to Adapt to Climate change. [online]. Available at: http://google-latlong. blogspot.co.uk/۲۰۱٤/۰۳/helping-our-communities-adapt-to.html (accessed ۱٤,۰٤,۲۰۱٤.).
- Gross, G., ۲۰۰۹. Gov't agencies embrace cloud computing: government agencies say they're moving toward an embrace of cloud computing and software-as-a-service. PC World, February ۲٥, ۲۰۰۹. [online]. Available: http://www.pcworld.com/article/۱٦۰۲۳۳/article.html, (accessed ۲۲,۰۲,۲۰۱٤.).
- Haigh, N., Griffiths, A., ۲۰۰۸. The environmental sustainability of information systems: considering the impact of operational strategies and practices. Int. J. Technol. Manage. ٤۳ (۱/۲/۳), ٤۸-٦۳.
- Handfield, R.B., Nichols, E.L., ۱۹۹۹. Introduction to Supply Chain Management. Prentice-Hall, New Jersey.
- Hart, K., ۲۰۰۹. Tech firms seek to get agencies on board with cloud computing. *The Washington Post*, March ۳۱, ۲۰۰۹. [online]. Available at: http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/۲۰۰۹/۰۳/۳۰/ AR۲۰۰۹۰۳۳۰۰۲۸٤۸.html (accessed ۱٥,۰٤,۲۰۱٤.).
- Hekkert, M.P., Suurs, R.A.A., Negro, S.O., Kulhmann, S., Smits, R.E.H.M., ۲۰۰۷. Functions of innovation systems: a new approach for analysing technological change. Technol. Forecasting Social Change ۷٤, ٤۱۳-٤۳۲.

Archive of SID

www.SID.ir

- Irfan, U., ClimateWire, ۲۰۱۳. Cloud computing saves energy. Sci. Am., June ۱۲،۲۰۱۳. [online]. Available at: http:// www.scientificamerican.com/article/cloud-computing-saves-energy/ (accessed ۲۲,۰٤,۲۰۱٤).
- Jenkin, T.A., Webster, J., McShane, L., ۲۰۱۱. An agenda for 'Green' information technology and systems research. Inf. Organ. ۲۱ (۱), ۱۷-٤۰.
- Juve, G., Deelman, E., ۲۰۱۰. Scientific workflows and clouds. ACM Crossroads ۱٦ (۳), ۱٤-۱۸.
- Kalange Pooja, R., ۲۰۱۳. Applications of green cloud computing in energy efficiency and environmental sustainability. J. Comput. Eng. ۱, ۲٥-۳۳.
- Kim, H., Parashar, M., ۲۰۱۱. CometCloud: An Autonomic Cloud Engine, Cloud Computing: Principles and Paradigms. Wiley (chapter ۱۰), pp. ۲۷٥-۲۹۷.
- Lafortezza, R., Davies, C., Sanesi, G., Konijnendijk, C., ۲۰۱۳. Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions. iForest ٦, ۱۰۲-۱۰۸.
- Marinos, A., Briscoe, G., ۲۰۰۹. Community cloud computing. In: Proceedings of the ۱st International Conference on Cloud, Computing, pp. ٤۷۲-٤۸٤.
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., ۲۰۱۱. Cloud computing—the business perspective. Decis. Support Syst. ٥۱ (۱), ۱۷٦-۱۸۹.
- Mell, P., Grance, T., ۲۰۱۱. The NIST definition of cloud computing—recommendations of the national institute of standards and technology. National Institute of Standards and Technology, Special Publication ۸۰۰-۱٤٥.
- Mudge, J.G., Chandrasekhar, P., Heinson, G.S., Thiel, S., Mudge, J.G., Chandrasekhar, P., Heinson, G.S., Thiel, S., ۲۰۱۱. Evolving inversion methods in geophysics with cloud computing. In: Proceedings of IEEE eScience ۲۰۱۱, Stockholm.
- Newcomer, E., Lomow, G., ۲۰۰٥. Understanding SOA with Web Services. Addison-Wesley, Upper Saddle River, NJ.
- Padala, P., Zhu, X., Wang, Z., Singhal, S., Shin, K.G., ۲۰۰۷. Performance Evaluation of Virtualization Technologies for Server Consolidation. [online]. Available at: http://۱۳۷,۲۰٤,۱۰۷,۷۸/tirocinio/site/tirocini/Tirocinio-Zuluaga/Documents/virtualizzazione/Technologies٪۲۰for٪۲۰Server.pdf, (accessed ۰۳,۰٥,۲۰۱٤.).
- Padhy, R.P., Patra, M.R., Satapathy, S.C., ۲۰۱۱. Cloud computing: security issues and research challenges. Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol. Secur. ۱ (۲), ۱۳٦-۱٤٦.
- Paquette, S., Jaeger, P.T., Wilson, S.C., ۲۰۱۰. Identifying the security risks associated with governmental use of cloud computing. Gov. Inf. Q. ۲۷, ۲٤٥-۲٥۳.
- Petrov, O., ۲۰۰۹. Backgrounder: financial crisis and cloud computing—delivering more for less. Demystifying cloud computing as enabler of government transformation. World Bank, Government Transformation Initiative, June ۱٦, ۲۰۰۹. [Online]. Available at: http://www.siteresources.worldbank.org/.../ BackgrounderFinancialCrisisCloudComputing.doc (accessed ۱۱,۰٤,۲۰۱٤.).
- Prodan, R., Ostermann, S., ۲۰۰۹. A survey and taxonomy of infrastructure as a service and web hosting cloud providers. In: ۱۰th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing, October ۱۳-۱٥, pp. ۱۷-۲٥.
- Purcell, A., ۲۰۱٤. Tim Bell on the Importance of OpenStack for CERN. [online]. Available at: http://www.isgtw.org/ feature/tim-bell-importance-openstack-cern, (accessed ۱۰,۰٤,۲۰۱٤.).

Archive of SID

www.SID.ir

- Qian, L., Luo, Z., Du, Z., Guo, L., ۲۰۰۹. Cloud computing: an overview. Cloud Comput. Lect. Notes Comput. Sci. ٥٩٣١, ٦٢٦-٦٣١.
- Schary, P., Skjott-Larsen, T., ۲۰۰۱. Managing the Global Supply Chain, second ed. Copenhagen Business School Press, Copenhagen.
- Seuring, S., Muller, M., ۲۰۰۸. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. J. Cleaner Prod. ١٦ (٥), ١٦٩٩-١٧١٠.
- Suakanto, S., Supangkat, S.H., Roberd Saragih, S., Arief Nugroho, T., Gusti Bagus, I., Nugraha, B., Suakanto, S., Supangkat, S.H., Roberd Saragih, S., Arief Nugroho, T., Gusti Bagus, I., Nugraha, B., ۲۰۱۲. Environmental and disaster sensing using cloud computing infrastructure. In: International Conference on Computer and Communications Security— ICCCShttp://dx.doi.org/١٠,١١٠٩/ICCCSN.٢٠١٢,٦٢١٥٧١٢.
- Thomond, P., ۲۰۱۳. The Enabling Technologies of a Low-Carbon Economy: A Focus on Cloud Computing.
- In: [online]. Available at: http://gesi.org/assets/js/lib/tinymce/jscripts/tiny_mce/plugins/ajaxfilemanager/ uploaded/Cloud٪٢٠Study٪٢٠-٪٢٠FINAL٪٢٠report_٢.pdf, (accessed ٢٠,٠٤,٢٠١٤.).
- U.S. Department of the Interior, National Business Center (NBC), NBC's Federal Cloud Playbook, August ٢٠٠٩. [Online]. Available at: http://api.ning.com/files/Rn٩mXJiYBdsR١iwPJ٦٨dWWEwO٦TEkRCO١٨Xu- Hj٧QfIbqZ-*Oc٤fswll٤٨ShViNARu٣RaoZ٨vfUrRxe٥SUKnMr٧jcLSbQ٦I٢/ NBCCloudWhitePaperFinalWebRes.pdf (accessed ٠١,٠٤,٢٠١٤.).
- University of Chicago and Argonne National Laboratory, ٢٠١٤. Clouds. [online]. Available at: http://scienceclouds. org/infrastructure-clouds/, (accessed ١٠,٠٤,٢٠١٤.).
- Vaquero, L.M., Rodero-Merino, L., Caceres, J., Lindner, M., ٢٠٠٩. A break in the clouds: towards a cloud definition. ACM SIGCOMM Comput. Commun. Rev. ٣٩ (١), ٥٠-٥٥.
- Wang, L., von Laszewski, G., ٢٠٠٨. Scientific cloud computing: early definition and experience. In: ١٠th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications (HPCC '٠٨), September ٢٥٢٧, Dalian, China.
- Watson, R.T., Boudreau, M.-C., Chen, A.J., ٢٠١٠. Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. MIS Quart. ٣٤ (١), ٢٣-٣٨.
- Weber, T., Sloan, A., Wolf, J., ٢٠٠٦. Maryland's green infrastructure assessment: development of a comprehensive approach to land conservation. Landscape Urban Plan. ٧٧ (١-٢), ٩٤-١١٠.
- Weiss, T.R., ٢٠١٤. Google Provides Cloud Computing Resources for Climate Change Research. [online]. Available at: http://www.eweek.com/cloud/google-provides-cloud-computing-resources-for-climate-change-research. html, (accessed ١٥,٠٤,٢٠١٤.).
- World Economic Forum, ٢٠١٠. Exploring the Future of Cloud Computing: Riding the Next Wave of Technology- Driven Transformation. [online]. Available at: http://www.weforum.org/pdf/ip/ittc/Exploring-the-future-of- cloud-computing.pdf (accessed ١٥,٠٤,٢٠١٤.).
- Zhang, S., Zhang, S., Chen, X., Huo, X., Zhang, S., Zhang, S., Chen, X., Huo, X., ٢٠١٠. Cloud computing research and development trend. In: Second International Conference on Future Networks, (ICFN '١٠), January ٢٢-٢٤, ٢٠١٠, Sanya, China, pp. ٩٣-٩٧.
- Zhu, Y., Wu, D., Li, S., ٢٠١٣. Cloud computing and agricultural development of china: theory and practice. IJCSI Int. J. Comput. Sci. ١٠ (١), ٧-١٢.

Archive of SID

www.SID.ir