

طراحي و پياده‌سازي يک خوشه‌ي مجازي .....

پايان‌نامه براي دريافت درجه‌ي کارشناسي

در رشته مهندسي کامپيوتر گرايش ……………

ارائه دهنده: ……………

استاد راهنما: دكتر ...............

بهمن 1389



تأييديه‌ي صحت و اصالت نتايج

باسمه تعالي

اينجانب …………… به شماره دانشجويي …………… دانشجوي رشته کامپيوتر مقطع تحصيلي …………… تأييد مي‌نمايم كه كليه‌ي نتايج اين پايان‌نامه حاصل كار اينجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداري‌شده از آثار ديگران را با ذكر كامل مشخصات منبع ذكر كرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخيص موسسه آموزش عالی میرداماد گرگان مطابق با ضوابط و مقررات حاكم (قانون حمايت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تكثير كتب و نشريات و آثار صوتي، ضوابط و مقررات آموزشي، پژوهشي و انضباطي ...) با اينجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مكتسب و تشخيص و تعيين تخلف و مجازات را از خويش سلب مي‌نمايم. در ضمن، مسؤوليت هرگونه پاسخ‌گويي به اشخاص اعم از حقيقي و حقوقي و مراجع ذي‌صلاح (اعم از اداري و قضايي) به عهده‌ي اينجانب خواهد بود و موسسه هيچ‌گونه مسئوليتي در اين خصوص نخواهد داشت.

|  |  |
| --- | --- |
|  | نام و نام خانوادگي: …………… |
|  | امضا و تاريخ: |

تقديم به

تشكر و قدرداني

……………، کمال تشکر را دارم.

چکيده

واژه‌هاي كليدي:

فهرست مطالب

|  |  |
| --- | --- |
| عنوان | شماره‌ي صفحه |

[فصل 1: فصل اول: مقدمه 1](#_Toc316141028)

[1-1- کليات 2](#_Toc316141029)

[1-2- اهداف 2](#_Toc316141030)

[1-3- ساختار پايان‌نامه 2](#_Toc316141031)

[فصل 2: فصل دوم: چالش‌هاي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا 4](#_Toc316141032)

[2-1- مقدمه 5](#_Toc316141033)

[فصل 3: فصل سوم: مجازي‌سازي 6](#_Toc316141034)

[3-1- مقدمه 7](#_Toc316141035)

[3-2- خلاصه 7](#_Toc316141036)

[فصل 4: فصل چهارم: تحقيقات مرتبط 10](#_Toc316141037)

[4-1- مقدمه 11](#_Toc316141038)

[4-2- ناظر ماشين مجازي 11](#_Toc316141039)

[4-2-1- مجازي‌سازي کل سيستم 11](#_Toc316141040)

[فصل 5: فصل پنجم: شرح مساله 13](#_Toc316141041)

[5-1- مقدمه 14](#_Toc316141042)

[5-2- مقايسه کارايي انواع ناظر‌ ماشين مجازي در کاربردهاي پردازش با کارايي بالا 14](#_Toc316141043)

[5-2-1- بسته نرم‌افزاري آزمون کلان 15](#_Toc316141044)

[5-2-2- بستر آزمون کلان 16](#_Toc316141045)

[فصل 6: فصل ششم: راهکار پيشنهادي 17](#_Toc316141046)

[6-1- مقدمه 18](#_Toc316141047)

[فصل 7: فصل هفتم: ارزيابي 19](#_Toc316141048)

[7-1- مقدمه 20](#_Toc316141049)

[7-2- آزمون کلان 20](#_Toc316141050)

[فصل 8: فصل هشتم: نتيجه‌گيري و کارهاي آتي 22](#_Toc316141051)

[8-1- نتيجه‌گيري 23](#_Toc316141052)

[8-2- کارهاي آتي 24](#_Toc316141053)

[مراجع 26](#_Toc316141054)

[پيوست‌ها 31](#_Toc316141055)

[پيوست الف: واژه‌نامه انگليسي به فارسي 32](#_Toc316141056)

[پيوست ب: واژه‌نامه فارسي به انگليسي 33](#_Toc316141057)

فهرست شکل‌ها

|  |  |
| --- | --- |
| عنوان | شماره‌ي صفحه |

[شکل (3-1) مزاياي اعمال مجازي‌سازي و چالش‌هاي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا 9](#_Toc316141058)

[شکل (3-2) ايرادهاي استفاده از مجازي‌سازي و چالش‌هاي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا 9](#_Toc316141059)

[شکل (7-1) نتايج تست آزمون کلان‌ پس از تغيير ساختار معماري و بهينه‌سازي 21](#_Toc316141060)

فهرست جدول‌ها

|  |  |
| --- | --- |
| عنوان | شماره‌ي صفحه |

[جدول (3-1) مقايسه روش‌هاي مختلف مجازي‌سازي 8](#_Toc316141061)

[جدول (5-1) ابعاد مسائل موجود در کلاس‌هاي مختلف از آزمون کلان NPB 16](#_Toc316141062)

1. فصل اول: مقدمه
	1. کليات

اولين نسل از سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا[[1]](#footnote-2) در دهه‌ي 60 ميلادي براي حل مسائل علمي که نياز به توان پردازشي بالايي داشتند، با استفاده از فن‌آوري‌هاي موازي‌سازي[[2]](#footnote-3) به وجود آمدند. ابرکامپيوترهاي[[3]](#footnote-4) مبتني بر پردازنده‌هاي برداري موازي[[4]](#footnote-5)، مانند Cray، نمونه‌اي از سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا بودند؛ سپس در اوايل دهه‌ي 80 ميلادي خوشه‌هاي کامپيوتري[[5]](#footnote-6) که از سيستم‌هاي داراي يک و يا چند‌پردازنده نردباني[[6]](#footnote-7) استفاده مي‌کردند و امکان مقياس‌پذيري[[7]](#footnote-8) تا چندين هزار پردازنده را داشتند، معرفي شدند [1].

* 1. اهداف

در اين پايان‌نامه، نظر به گستردگي قابليت‌ها و چالش‌هاي فن‌آوري‌هاي مجازي‌سازي و پردازش با کارايي بالا، در نظر داريم با استفاده از فن‌آوري مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا سعي در رفع و تعديل چالش‌هاي آن نموده و از طرف ديگر خصوصيات ويژه‌اي که فن‌آوري مجازي‌سازي به ارمغان مي‌آورد به آن بيافزاييم

* 1. ساختار پايان‌نامه

مطالب مندرج در اين پايان‌نامه، همان طور که در نشان داده شده است، به صورت زير سازمان‌دهي شده‌اند: فصل 2 به بررسي مختصر چالش‌هاي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا اختصاص يافته است، در فصل 3 به بررسي کارهاي مرتبط در زمينه‌ي استفاده از مجازي‌سازي در کاربردهاي با کارايي بالا اختصاص مي‌يابد. در فصل 4 به ارائه راهکارهايي جهت رفع مشکلات مجازي‌سازي در خصوص اعمال به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا و نيز مختصري در خصوص روش‌هاي پياده‌سازي و اعمال تغييرات و راهکارهاي ياد شده اختصاص خواهد يافت. در فصل 5 راهکارهاي ارائه شده را ارزيابي نموده کارايي، بهبودها و يا مشکلات حاصل از آن‌ها را ارائه خواهيم نمود؛ نهايتا در فصل 6 به نتيجه‌گيري از کل بحث در خصوص استفاده از مجازي‌سازي در سيستم‌هاي با کارايي بالا و نيز کارهاي آتي قابل انجام در ادامه‌ي اين پايان‌نامه خواهيم پرداخت.

1. فصل دوم: چالش‌هاي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا
	1. مقدمه

در دسترس بودن پردازنده‌هاي ارزان قيمت و همچنين به وجود آمدن تحولات اساسي در ارتباطات شبکه، توليد و توسعه‌ي سيستم‌هاي توزيع‌شده را از لحاظ اقتصادي مقرون به صرفه ساخته است. در اين نوع سيستم‌هاي توزيع شده، پردازه‌ها بر روي شبکه‌اي از کامپيوترها با تبادل پيام ميان يکديگر، کارهاي پردازشي محوله را اجرا مي‌کنند [5]. از اوايل دهه‌ي 90 ميلادي، محققان به استفاده از مفاهيم سيستم‌هاي توزيع شده جهت توليد سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا روي آورده‌اند [1, 6]. بنابراين سيستم‌هاي توزيع شده‌ي امروزي چالش‌هاي سيستم‌هاي توزيع شده را نيز به ارث برده‌اند.

نحوه نگارش فرمول‌ها نيز همانند فرمول است.

 $\left(x+a\right)^{n}=\sum\_{k=0}^{n}\left(\genfrac{}{}{0pt}{}{n}{k}\right)x^{k}a^{n-k}$

1. فصل سوم: مجازي‌سازي
	1. مقدمه

در اين فصل به بررسي فن‌آوري مجازي‌سازي و کاربردهاي آن در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا مي‌پردازيم. ابتدا مختصري از مجازي‌سازي و پيشينه‌ي آن ارائه نموده، سپس به بيان نيازمندي‌هاي مجازي‌سازي خواهيم پرداخت؛ پس از آن خصوصيات ويژه‌اي که مجازي‌سازي به ارمغان مي‌آورد مطرح خواهيم نمود و به بررسي روش‌هاي مختلف مجازي‌سازي خواهيم پرداخت. پس از آن نقاط قوت و ضعف استفاده از مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا را بررسي خواهيم نمود. براي اين منظور کاربردهاي مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا و نيز چالش‌هاي اعمال مجازي‌سازي به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا را مورد بررسي قرار خواهيم داد و سپس با استناد به بررسي‌ها اعمال مجازي‌سازي به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا را امکان‌سنجي خواهيم نمود.

* 1. خلاصه

در اين بخش به ارائه خلاصه‌اي از اَهَم مطالب فصل جاري مي‌پردازيم. روش‌هاي مختلف مجازي‌سازي شامل 1) *مجازي‌سازي کل سيستم*، 2) *مجازي‌سازي بخشي از سيستم*، 3) *مجازي‌سازي در سطح سيستم‌عامل*، 4) *پيش‌مجازي‌سازي*، و 5) *مجازي‌سازي با کمک سخت افزار* است. فن‌آوري مجازي‌سازي همچنين خصوصيات و قابليت‌هاي ويژه‌اي دارد که دستيابي به آن‌ها در سيستم‌هاي سنتي و بدون استفاده از مجازي‌سازي بسيار مشکل و پرهزينه است. اين ويژگي‌ها شامل 1) *ايزوله کردن*، 2) *نقطه‌ي وارسي و ازسرگيري*، 3) *تعليق و ادامه*، 4) *مهاجرت*، و 5) *درون‌بيني* هستند. به مقايسه‌ي روش‌هاي مختلف مجازي‌سازي مي‌پردازد.

مقايسه روش‌هاي مختلف مجازي‌سازي

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| مجازي‌سازي کل سيستم | مجازي‌سازي بخشي از سيستم | مجازي‌سازي در سطح سيستم‌عامل | پيش‌مجازي‌سازي | مجازي‌سازي با کمک سخت‌افزار | ويژگي‌هاروش‌هاي مجازي‌سازي |
| ترجمه دودويي | فراخواني به ناظر ماشين مجازي | فراخواني به سيستم | فراخواني به ناظر ماشين مجازي | سطح اجراي ريشه | روش مورد استفاده |
| خير | بله | - | بله | خير | نياز به تغيير در سيستم‌عامل ميهمان |
| خير | بله | بله | بله | خير | نياز به تغيير در سيستم‌عامل ميزبان |
| همه | کدباز | کدباز | کدباز | همه | نوع سيستم‌عامل |
| - | توسعه | توسعه | ترجمه | - | زمان اعمال تغييرات |

با توجه به چالش‌هايي که سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا با آن‌ها درگير هستند و نيز چالش‌هايي که اعمال مجازي‌سازي به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا به ارمغان مي‌آورد و مزاياي استفاده از مجازي‌سازي در اين سيستم‌ها و چالش‌هايي که تعديل و يا مرتفع مي‌گردند، مي‌توان نتيجه گرفت که به طور کلي اعمال مجازي‌سازي به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا مي‌تواند بسيار موثر باشد اما کاهش کارايي ناشي از استفاده از مجازي‌سازي، که امري بسيار مهم براي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا است. مي‌بايد به طور ويژه مورد توجه قرار گيرد. در اين پايان‌نامه تمرکز ما بر بهبود کارايي مجازي‌سازي در سطحي است که براي اعمال به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا مناسب شوند و بتوان سيستم‌هايي مجازي‌شده با کارايي بالا را ايجاد نمود تا بتوان از مزاياي بسيار ارزشمند مجازي‌سازي در اين سيستم‌ها نيز استفاده نمود. هم‌پوشاني چالش‌هاي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا را با مزاياي فن‌آوري مجازي‌سازي را نشان مي‌دهد و هم‌پوشاني چالش‌هاي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا را با ايرادهاي استفاده از مجازي‌سازي نشان مي‌دهند.



ايرادهاي استفاده از مجازي‌سازي و چالش‌هاي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا

1. فصل چهارم: تحقيقات مرتبط
	1. مقدمه

در اين فصل به بررسي تحقيقات انجام گرفته در زمينه فن‌آوري مجازي‌سازي و راهکارهاي موجود و مطرح در انواع روش‌‌هاي مجازي‌سازي خواهيم پرداخت و کارهاي موجود در به کارگيري مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا را مورد بررسي قرار خواهيم داد. سپس با توجه به رويکرد اين پايان‌نامه و مساله مطروحه، تحقيقات و تلاش‌هاي صورت گرفته در خصوص بهبود ورودي/خروجي در فن‌آوري مجازي‌سازي و نيز راهکارهاي بهبود ارتباط ميان ماشين‌هاي مجازي را مورد بررسي قرار خواهيم داد.

* 1. ناظر ماشين مجازي

در اين بخش به مرور راهکارها و ناظرهاي‌ ماشين مجازي موجود و مطرح در انواع روش‌هاي مجازي‌سازي خواهيم پرداخت که در فصل‌هاي بعد با ارزيابي دقيق آن‌ها يکي از اين راهکارها را براي استفاده در اين پايان‌نامه انتخاب خواهيم نمود.

* + 1. مجازي‌سازي کل سيستم

با توجه به قدمت مجازي‌سازي کل سيستم نسبت به ديگر روش‌هاي مجازي‌سازي، کارهاي زيادي در اين زمينه انجام شده است که از مطرح‌ترين آن‌ها مي‌توان به [2] IBM VM/370، [7] VMware Server، [8] VMware Workstation، [9] VMware ESX Server، [10] Bochs، [11] Virtual PC، [12] Virtual Server، و [13] Connectix اشاره کرد.

ناظر ماشين مجازي IBM VM/370 يکي از اولين سيستم‌هايي بود که از فن‌آوري مجازي‌سازي کل سيستم استفاده مي‌کرد. اين ناظر ماشين مجازي براي ماشين System/370 طراحي شده بود که از اين ماشين بزرگ، نمايي از چندين ماشين کوچکتر ايجاد مي‌کرد و کاربران مي‌توانستند از اين ماشين‌ها استفاده کنند. اين ناظر ماشين مجازي يکي از بهترين، کاراترين و موفق‌ترين نمونه از ناظر ماشين مجازي در دهه‌ي 70 ميلادي بود. اين سيستم يک ناظر ماشين مجازي نوع يک بود که معماري مجموعه دستوراتي مشابه با سخت‌افزاري که بر روي آن نصب شده بود ايجاد مي‌کرد [2, 14, 15].

در سال‌هاي اخير شرکت VMWare يکي از موفق‌ترين و مطرح‌ترين شرکت‌ها در پيشبرد و فراهم ساختن فن‌آوري مجازي‌سازي بوده است. ناظر ماشين مجازي از اين خانواده سهم عظيمي از تحقيقات و محصولات تجاري و دانشگاهي را به خود اختصاص داده‌اند. در اين ميان ناظر ماشين مجازي [7] VMware Server که پيش‌تر به نام VMware GSX Server شناخته مي‌شد و نيز [8] VMware Workstation از نوع دو هستند [4] و معماري مجموعه دستورات مشابه با سخت‌افزار مورد استفاده فراهم مي‌آورند. اين شرکت همچنين محصولي متفاوت به نام [9] VMware ESX Server دارد که از يک ناظر ماشين مجازي نوع يک استفاده مي‌کند [4] که اين مورد نيز معماري مجموعه دستورات مشابه با سخت‌افزار زيرين براي ماشين‌هاي مجازي ايجاد مي‌کند.

از کارهاي ديگر در اين زمينه ناظر ماشين مجازي Bochs است که يک نمونه‌ساز[[8]](#footnote-9) از معماري IA-32 است و از يک ناظر ماشين مجازي نوع دو استفاده کرده و معماري مجموعه دستورات متفاوتي از سخت‌افزار مورد استفاده را فراهم مي‌آورد [10].

شرکت Microsoft نيز در زمينه مجازي‌سازي در سطح کل سيستم محصولاتي را ارائه کرده است که [11] Virtual PC و [12] Virtual Server از آن جمله هستند. اين دو محصول از ناظر ماشين مجازي نوع دو استفاده مي‌کنند و معماري مجموعه دستورات مشابه با سخت‌افزار مورد استفاده را فراهم مي‌آورند. محصولات Microsoft در زمينه‌ي مجازي‌سازي چندان مطرح نبوده و از کارايي بالايي برخوردار نيستند.

1. فصل پنجم: شرح مساله
	1. مقدمه

در اين فصل به منظور تشخيص مشکلات اصلي فني استفاده و اعمال مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا به بررسي انواع مختلف روش‌هاي مجازي‌سازي در کاربردهاي عملي پردازش با کارايي بالا خواهيم پرداخت. براي اين منظور نمونه‌هايي از مطرح‌ترين ناظران ماشين مجازي از هر روش را مورد ارزيابي کلان در قبال چند مورد متفاوت از کاربردهاي پردازش با کارايي بالا قرار خواهيم داد و سپس اقدام به شناسايي کلي مشکلات و همچنين انتخاب يک روش به عنوان مناسب‌ترين روش براي اعمال به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا خواهيم پرداخت.

سپس با انجام آزمايشات دقيق‌تر و جزئي‌تر سعي در شناسايي دقيق و فني مشکلات خواهيم نمود که با استفاده از تحليل مواردي که مشکلات را موجب شده‌اند بتوانيم راهکاري براي رفع و يا بهبود آسيب‌هاي ناشي از اين مشکلات در اعمال مجازي‌سازي به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا ارائه دهيم.

* 1. مقايسه کارايي انواع ناظر‌ ماشين مجازي در کاربردهاي پردازش با کارايي بالا

به منظور انتخاب بهترين روش و ابزار مجازي‌سازي به منظور کاربرد در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا، مطرح‌ترين نمونه از ناظر ماشين مجازي از هر روش از مجازي‌سازي را با مجموعه‌اي از کاربردهاي پردازش با کارايي بالا مورد آزمون کلان[[9]](#footnote-10) قرار داديم. آزمون‌هاي کلان فارغ از جزئيات به آزمودن زمان اتمام کار کاربردهاي مورد نظر مي‌پردازند. در نقطه‌ي مقابل آزمون‌هاي خُرد[[10]](#footnote-11)، به بررسي جزئيات عملکرد سيستم مانند ميزان مصرف حافظه، تعداد تعويض صفحات حافظه و وضعيت ارتباطات شبکه هنگام اجراي کاربردهاي مورد نظر مي‌پردازند.

ناظر ماشين مجازي‌هايي که براي آزمون در نظر گرفته شدند شامل: 1) VMWare به عنوان مطرح‌ترين نماينده از راهکارهاي مجازي‌سازي کل سيستم، 2) Xen به عنوان مطرح‌ترين نماينده از راهکارهاي مجازي‌سازي بخشي از سيستم، 3) OpenVZ به عنوان مطرح‌ترين نماينده از راهکارهاي مجازي‌سازي در سطح سيستم‌عامل، و 4) UML به عنوان يک نمونه مطرح از ترکيب روش‌هاي مجازي‌سازي کل سيستم و مجازي‌سازي در سطح سيستم‌عامل.

در مورد روش پيش‌مجازي‌سازي، لازم به ذکر است که نمونه‌ي نرم‌افزاري مطرح شده در مقالات علمي مرتبط و نيز ديگر نمونه‌هاي پيش‌مجازي‌سازي، براي نگارنده قابل دسترسي نبود. البته، به گفته‌ي محققان و طراحان مبدع اين روش، کارايي پيش مجازي سازي از کارايي مجازي‌سازي بخشي از سيستم (Xen) پايين‌تر است و نمي‌تواند تهديدي جدي براي جانشيني مجازي‌سازي بخشي از سيستم در کاربردهاي پردازش با کارايي بالا باشد [16-18].

روش‌هاي مجازي‌سازي با کمک سخت‌افزار، مستقل از ناظر ماشين مجازي که راهکارهايي صرفا نرم‌افزاري هستند، عمل مي‌کند و قياس آن در اين مجال مع‌الفارق خواهد بود، ولي آزمايشات صورت گرفته نشان مي‌دهد که اين روش به طور کلي کارايي پايين‌تري نسبت به روش مجازي‌سازي کل سيستم و مجازي‌سازي بخشي از سيستم دارد [19]. بنابراين نمي‌تواند تهديدي جدي براي جايگزين شدن با مجازي‌سازي کل سيستم يا مجازي‌سازي بخشي از سيستم در کاربردهاي پردازش با کارايي بالا باشد و عدم شرکت دادن آن در ارزيابي، نتايج گزارش شده را دچار خدشه نمي‌سازد.

براي انتخاب بستر آزمون مناسب جهت بررسي و شبيه‌سازي کاربردهاي مطرح در پردازش با کارايي بالا، بسته‌هاي مختلف آزمون کلان از جمله [20] HPCC، [21] Linpack، [22] HPL[[11]](#footnote-12) و [23-25] NPB[[12]](#footnote-13) مورد بررسي قرار گرفتند. از اين ميان، بسته آزمون کلان NPB از محصولات سازمان فضايي آمريکا (ناسا)، به جهت فراواني و تنوع مجموعه آزمون‌هاي موجود در اين بسته، همچنين استقبال محققان برجسته‌ [26-31] از اين بسته‌ي آزمون کلان در ارزيابي کارايي محيط‌هاي موازي و توزيع‌شده مانند سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا، به عنوان بسته نرم‌افزاري آزمون کلان مورد استفاده قرار داديم. در ادامه به شرح مختصري در خصوص اين بستر آزمون کلان خواهيم پرداخت.

* + 1. بسته نرم‌افزاري آزمون کلان

با توجه به قابليت‌ها و تنوع آزمون‌هاي کلان موجود در بسته‌ي NPB و عنايت عمومي محققان در زمينه‌ي پردازش با کارايي بالا، جهت انجام آزمون‌هاي کلان سيستم‌هاي مجازي‌سازي شده در کاربردهاي پردازش با کارايي بالا، از اين بسته استفاده مي‌کنيم. در اين بخش به بيان مختصري در خصوص ويژگي‌هاي اين بسته خواهيم پرداخت.

ابعاد مسائل مختلف آزمون کلان NPB را در سه کلاس B, A و C نشان مي‌دهد که ابعاد مسائل به ترتيب کلاس‌ها افزايش مي‌يابند.

ابعاد مسائل موجود در کلاس‌هاي مختلف از آزمون کلان NPB

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| آزمون | کلاس A | کلاس B | کلاس C |
| EP | 228 | 230 | 232 |
| MG | 2563 | 2563 | 5123 |
| CG | 14000 | 75000 | 150000 |
| FT | 2563 × 128 | 2563 × 512 | 5123 |
| IS | 223 | 225 | 227 |
| LU | 643 | 1023 | 1623 |
| BT | 643 | 1023 | 1623 |
| SP | 643 | 1023 | 1623 |

* + 1. بستر آزمون کلان

جهت اجراي آزمون کلان به منظور تست کارايي سيستم، يک بستر سخت‌افزاري توزيع شده همراه با نرم‌افزارهاي مورد نياز تهيه شد که در اين بخش به توضيح آن‌ها مي‌پردازيم.

1. فصل ششم: راهکار پيشنهادي
	1. مقدمه

پس از بررسي مشکلات استفاده از مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا در بخش‌هاي قبلي، در اين فصل به ارائه‌ي راهکارهايي جهت بهبود کارايي مجازي‌سازي جهت استفاده در کاربردهاي پردازش با کارايي بالا مي‌پردازيم. مشکلات مجازي‌سازي با رويکرد پردازش با کارايي بالا، به طور خلاصه شامل افت کارايي در کاربردهاي با نرخ ورودي/خروجي بالا بود. با توجه به ماهيت توزيع شده‌ي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا و نياز به برقراري ارتباط از طريق شبکه، اين افت کارايي در کاربردهاي پردازش با کارايي بالا با ميزان ارتباط زياد، کاملا محسوس خواهد بود.

ناظر ماشين مجازي مورد استفاده (Xen) که بهترين کارايي را در ميان ديگر روش‌هاي مجازي‌سازي دارا است، داراي گذردهي قابل قبول اما تاخير زياد در ارسال و دريافت اطلاعات و بسته‌ها از شبکه نسبت به سيستم‌هاي جاري مورد استفاده در پردازش با کارايي بالا است. علت اين امر در وهله اول، عدم لحاظ شدن رويکرد پردازش با کارايي بالا در معماري مديريت ورودي/خروجي ناظر ماشين مجازي است؛ اين معماري بيشتر رويکردي در مقابله با خطا و افزايش قابليت اطمينان دارد تا کارايي بالا. پس از آن، سربار ناشي از عدم طراحي و اجراي بهينه‌ي سازوکار مديريت ورودي/خروجي مشکلات بعدي را موجب مي شود. اين مشکلات به طور عمده ناشي از 1) سربار پردازشي در هسته سيستم‌عامل دامنه ميهمان، 2) سربار پردازشي در هسته سيستم‌عامل دامنه گرداننده، 3) سربار پردازشي در ناظر ماشين مجازي، و 4) سربار پردازشي در روش انتقال اطلاعات ميان دامنه گرداننده و دامنه‌هاي ميهمان است. همچنين در ادامه و در بخش 6-2-3، با پيشنهاد سفارشي کردن سيستم‌عامل لينوکس براي کاربردهاي مجازي‌سازي، سعي در افزايش کارايي کل سيستم و نيل به اهداف پردازش با کارايي بالا خواهيم داشت. در نهايت در بخش 6-3 به ارائه‌ي مختصري در خصوص پياده‌سازي راهکار پيشنهادي خواهيم پرداخت.

1. فصل هفتم: ارزيابي
	1. مقدمه

در اين فصل به ارزيابي راهکار پيشنهادي جهت بهبود کارايي ورودي/خروجي در فن‌آوري مجازي‌سازي و رساندن کارايي آن در سطح قابل قبولي جهت استفاده از فن‌آوري مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا است. در اين فصل روش‌هاي آزموني مشابه با آن چه در فصل 6 براي بررسي دقيق مشکلات مجازي‌سازي استفاده نموديم را به کار مي‌گيريم و نتايج آزمون حاصل از روش‌هاي پيشنهادي را به صورت جزء به جزء با راهکارهاي مجازي‌سازي قبلي و نيز با روش‌هاي مرسوم در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا (لينوکس بدون مجازي‌سازي) مقايسه مي‌نماييم. همچنين راهکار ارائه شده را در قبال کاربردهاي پردازش با کارايي بالا مورد آزمون کلان قرار مي‌دهيم تا امکان استفاده از راهکار ارائه شده در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا بدون افت محسوس کارايي مورد بررسي قرار گيرد و در نهايت مشخص شود که امکان استفاده از فن‌آوري مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا وجود دارد يا خير.

* 1. آزمون کلان

در اين بخش به آزمودن کارايي راهکار پيشنهادي در قبال کاربردهاي پردازش با کارايي بالا و نيز به ارزيابي مقياس‌پذيري آن خواهيم پرداخت. نتايج آزمون کلان NPB را براي مسائل کلاس C براي راهکار پيشنهادي، ناظر ماشين مجازي استاندارد و لينوکس پايه نشان مي‌دهد. با مشاهده‌ي افزايش کارايي راهکار پيشنهادي نسبت به ناظر ماشين مجازي Xen استاندارد کاملا مشخص است و نتايج بسيار مشابه با لينوکس پايه (سيستم‌عامل معمول مورد استفاده در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا) شده است. راهکار پيشنهادي همراه با بهينه‌سازي‌هاي انجام گرفته عملکرد قابل قبولي در سه آزمون CG, FT و IS، که در ناظر ماشين مجازي استاندارد دچار چالش شده بودند، از خود نشان داده که داراي نرخ بالايي ورودي/خروجي بودند. راهکار پيشنهادي به طور ميانگين در همه‌ي آزمون‌ها تنها کمتر از 2 درصد افت کارايي لينوکس پايه (سيستم پردازش با کارايي بالا) و حدود 5/3 درصد براي سه آزمون با نرخ ورودي/خروجي بالا افت کارايي را موجب شده است.

نتايج تست آزمون کلان‌ پس از تغيير ساختار معماري و بهينه‌سازي

در نهايت جهت اطمينان از استفاده‌پذيري مناسب راهکار پيشنهادي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا يک آزمون تست مقياس‌پذيري نيز توسط آزمون کلان NPB انجام داده و نتايج حاصل در خصوص مقياس‌پذيري راهکار پيشنهادي را بررسي خواهيم نمود. براي اين منظور آزمون کلان NPB را بر روي يک سيستم توزيع شده با 2، 4، 8 و 16 پردازنده با استفاده از لينوکس پايه، راهکار پيشنهادي و ناظر ماشين مجازي Xen استاندارد اجرا خواهيم نمود و نتايج افزايش کارايي را بررسي خواهيم کرد. نتايج حاصل از آزمون مقياس‌پذيري را نشان مي‌دهد.

1. فصل هشتم: نتيجه‌گيري و کارهاي آتي
	1. نتيجه‌گيري

هدف ما در تحقيق گزارش شده در اين پايان‌نامه، اعمال مجازي‌سازي به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا و ايجاد يک بستر مقياس‌پذيرِ پردازش با کارايي بالا (خوشه) بود که از فن‌آوري مجازي‌سازي استفاده مي‌کند، چرا که معتقد بوديم فن‌آوري مجازي‌سازي و مزاياي ويژه‌اي که به ارمغان مي‌آورد، مي‌تواند چالش‌ها و مشکلات سنتي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا را مرتفع نموده و حتي بر کارايي آن نيز بيافزايد. براي اين منظور به بررسي چالش‌هاي مطرح در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا پرداختيم و اصلي‌ترين چالش‌ها را مشخص نموديم. سپس به بررسي ادبيات مجازي‌سازي پرداخته و پيش‌نياز‌هاي يک سيستم قابل مجازي‌سازي، مشکلات پردازنده‌ها براي مجازي‌سازي، روش‌هاي مختلف مجازي‌سازي و قابليت‌هاي ويژه‌ي آن‌ها را بررسي نموديم. پس از آن به بررسي ابعاد استفاده از مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا پرداختيم. براي اين منظور کاربردهاي مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا و چالش‌هايي را که مي‌تواند متاثر سازد را برشمرده مورد مطالعه قرار داديم، سپس چالش‌هايي را که استفاده از مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا موجب شود را بررسي نموديم.

پس از مطالعه‌ي ادبيات مجازي‌سازي و سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا و ابعاد تلفيق اين دو فن‌آوري، کارها و تحقيقات دانشگاهي، و بعضا صنعتي، را که به فن‌آوري مجازي‌سازي در کاربردهاي با کارايي بالا پرداخته بودند و نيز معدود کارهايي را که به استفاده از مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا مبادرت ورزيده بودند از نظر گذرانديم.

براي مشخص شدن دقيق ابعاد و مشکلات اعمال مجازي‌سازي به سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا، آزمون‌هايي جهت تست کارايي انواع روش‌هاي مجازي‌سازي در کاربردهاي پردازش با کارايي بالا انجام داديم که نشان از کارايي پايين روش‌هاي موجود مجازي‌سازي براي استفاده در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا داشت. پس از آن به بررسي‌هاي دقيق‌تر جهت پي بردن به دلايل اصلي اين افت کارايي پرداختيم و در مراحل بعد سعي در ارائه راهکارهايي جهت اصلاح اين اشکال‌ها و بهبود کارايي فن‌آوري مجازي‌سازي نموديم. پس از ارزيابي راهکار پيشنهادي، نتايج ارزيابي، کارايي مناسب و تقريبا مشابه با سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالاي معمول را نشان دادند. نتايج ارزيابي‌ها همچنين نشان از مقياس‌پذيري بالاي راهکار پيشنهادي و کاملا قابل قياس با سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالاي معمول داشتند. بنابراين مي‌توان فارغ از نگراني نسبت به افت کارايي، از فن‌آوري مجازي‌سازي در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا بهره جست، در حالي که سيستم جديد داراي قابليت‌هاي بالقوه ديگر است که فن‌آوري مجازي‌سازي به ارمغان آورده و سيستم‌هاي سنتي پيشين از اين توانمندي‌ها محروم بودند.

به طور خلاصه، در اين پروژه يک بستر پردازش با کارايي بالا (خوشه) که از فن‌آوري مجازي‌سازي براي فراهم ساختن محيط اجرا بهره مي‌جويد ارائه نموديم که مجازي‌سازي باعث افت کارايي محسوس اين بستر نشده و کارايي آن تقريبا معادل با سيستم پردازش با کارايي بالاي پايه‌ي بدون مجازي‌سازي است، همچنين اين سيستم مقياس‌پذيري مناسبي برخوردار است. از طرف ديگر، دستيابي به مزاياي بسيارِ ديگري که فن‌آوري مجازي‌سازي براي سيستم‌هاي با مقياس بزرگ به ارمغان مي‌آورد، مانند 1) مديريت و نگهداري کارآمدتر، آسان‌تر، سريع‌تر و کم‌هزينه‌تر، 2) امنيت بيشتر، 3) اطمينان‌پذيري، دسترس‌پذيري، استفاده‌پذيري و تحمل‌پذيري خطاي بالاتر، و 4) بهبود در روند توليد سيستم و کاربردها، نيز در بستر پردازش با کارايي بالاي پيشنهاد شده در اين پايان‌نامه قابل بررسي است.

* 1. کارهاي آتي

در ادامه‌ي اين کار و بهبود کارايي فن‌آوري مجازي سازي و استفاده موثرتر از آن در سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالا، مي‌توان استفاده از امکانات پردازشي پردازنده‌هاي چندهسته‌اي را که امروزه در سيستم‌هاي معمولي و پردازش با کارايي بالا بسيار رايج شده‌اند، را مورد هدف قرار داد و روش‌هاي مجازي‌سازي را براي استفاده بهينه از اين توان پردازشي تطبيق داد. همچنين با ورود پردازنده‌هايي با معماري قابل مجازي‌سازي، بخش عمده‌ي فعاليت‌هاي ناظر ماشين مجازي مي‌تواند کاهش يابد و کارايي مجازي‌سازي بهبود يابد، البته با توجه به عدم عنايت کافي توسط طراحان سيستم‌هاي مجازي‌سازي فعلي، اثر افزايش کارايي اين پردازنده‌ها کاملا مشخص نيست و در شرايطي حتي موجب افت کارايي روش‌هاي مجازي‌سازي فعلي نيز مي‌شوند. در ادامه مي‌توان با تغيير در طراحي شيوه‌هاي مجازي‌سازي از اين امکانات که در سطح سخت‌افزار فراهم آمده است سود جست. همچنين نسل‌هاي بعدي از اين نوع پردازنده‌ها که مجازي‌سازي حافظه و مجازي‌سازي ورودي/خروجي را مورد توجه قرار داده‌اند مي‌توانند بر کارايي اين دو مقوله‌ي چالش برانگيز در اين سيستم‌ها تاثير گذاشته و آن را بهبود بخشند.

با وجود رابط‌هاي کارت شبکه‌ي هوشمندتر و پيشرفته‌تر، که اخيرا بسيار ارزان و فراگير شده‌اند، مي‌توان روش پيشنهادي را با امکانات ويژه‌ي آن‌ها تطبيق داد. از جمله مي‌توان به امکاناتي مانند وجود چند صف انتقال، برنامه‌پذيري و پردازش بسته‌ها، فراهم ساختن رابط گرداننده مجازي در سطح سخت‌افزار، امکان اشتراک ميان چندين متقاضي و مديريت دسترسي‌ها در سطح سخت‌افزار اشاره کرد که مي‌توانند انقلابي در نحوه مديريت و کارايي ورودي/خروجي در سيستم‌هاي مجازي سازي ايجاد نمايند.

مورد ديگري که مي‌تواند مورد توجه قرار گيرد، هم‌خواني روش پيشنهادي در اين پايان‌نامه با برخي قابليت‌هاي ويژه‌ي مجازي‌سازي همچون مهاجرت ماشين‌هاي مجازي است. رفتار اين راهکار در قبال انتقال ماشين‌هاي مجازي مي‌تواند مورد بررسي قرار گيرد و ملاحظات فراهم ساختن کاراتر مهاجرت ماشين‌هاي مجازي در نظر گرفته شود.

همچنين بستر مجازي‌شده‌ي پردازش با کارايي بالاي ارائه شده در اين پايان‌نامه، نيازمند انجام انواع بررسي‌ها، تغييرات و بهينه‌سازي‌هايي است که بر روي سيستم‌هاي پردازش با کارايي بالاي معمولي که از مجازي‌سازي استفاده نمي‌کنند صورت مي‌گيرد. به عنوان مثال مي‌توان شيوه‌هاي مديريت اعضا[[13]](#footnote-14) در سيستم را مورد هدف قرار داد و هم‌زمان با بهبود و سفارشي‌سازي خدمات آن، به بررسي ملاحظات استفاده از آن، در سيستم‌هاي مجازي‌سازي‌شده‌ي پردازش با کارايي بالا نيز پرداخت.

مراجع

مراجع

[1] G. Bell, and J. Gray, “What's next in high-performance computing?,” *Commun. ACM,* vol. 45, no. 2, pp. 91-95, 2002.

[2] R. J. Creasy, “The Origin of the VM/370 Time-Sharing System,” *IBM Journal of Research and Development,* vol. 25, no. 5, 1981.

[3] J. E. Smith, and R. Nair, “The Architecture of Virtual Machines,” *COMPUTER,* vol. 38, no. 5, pp. 32-38, 2005.

[4] S. T. King, G. W. Dunlap, and P. M. Chen, “Operating system support for virtual machines,” in USENIX Annual Technical Conference, San Antonio, Texas, 2003.

[5] R. Buyya, *High Performance Cluster Computing: Architectures and Systems*: Prentice Hall PTR, 1999.

**پيوست‌ها**

**پيوست الف: واژه‌نامه انگليسي به فارسي**

|  |  |
| --- | --- |
| معادل به فارسي | کلمه انگليسي |
| رابط دوديي کاربرد | ABI - Application Binary Interface |
| دسترسي | Access |
| فعال | Active |
| فضاي حافظه | Address Space |
| نگهداري | Administration |
| هم‌ترازي | Alignment |
| رابط برنامه‌نويسي | API – Application Programming Interface |
| ناهمگام | Asynchronous |
| دسترس‌پذيري | Availability |
| دوسويه | Bidirectional |
| دودويي | Binary |
| گلوگاه | Bottleneck |
| پل | Bridge |
| ترجمه دودويي | BT - Binary Translation |
| حافظه ميان‌گير | Buffer |
| خطاي حافظه‌ي نهان | Cache Miss |
| نقطه وارسي | Checkpoint |
| پردازش ابري | Cloud Computing |
| سازگاري | Compatibility |
| ترجمه | Compile |
| خوشه‌ي کامپيوتري | Computer Cluster |
| سازگار | Consistence |
| ادغام | Consolidation |
| سفارشي‌شده | Customize |
| اشاره‌گر سرگردان | Dangling Pointer |
| اشکال‌زدائي | Debugging |
| يکپارچه‌سازي | Defragment |
| حقوق اجرا زدايي | De-privilegation |
| وسيله جانبي | Device |

**پيوست ب: واژه‌نامه فارسي به انگليسي**

|  |  |
| --- | --- |
| کلمه فارسي | معادل به انگليسي |
| اَبَرصفحه | Superpage |
| اَبَرکامپيوتر | Supercomputer |
| ادامه | Resume |
| ادغام | Consolidation |
| ازسر گيري | Restart |
| آزمون کلان | Macro Benchmark |
| اشاره‌گر سرگردان | Dangling Pointer |
| اشتراک زماني | Time Sharing |
| اشکال‌زدائي | Debugging |
| اشياء سطح هسته | Kernel Object |
| اطمينان‌پذيري | Reliability |
| افزونه | Replication |
| انتقال | Transmit |
| ايزوله کردن | Isolation |
| انکار خدمات | DOS - Denial of Service |
| بخش‌بندي | Partitioning |
| برحسب تقاضا | On Demand |
| برون‌خط | Offline |
| بسته | Packet |
| بلادرنگ | Real Time |
| پالايش‌گر شبکه | Netfilter - Network Filter |
| پايا | Persistence |
| پردازش ابري | Cloud Computing |
| پردازش با کارايي بالا | HPC - High Performance Computing |
| پل | Bridge |
| پيمانه هسته | Kernel Module |
| تاخير | Latency |
| تثبيت | Pinning |
| تحمل‌پذير خطا | Fault Tolerant |

1. معادل فارسي عبارت انگليسي HPC - High Performance Computing [↑](#footnote-ref-2)
2. معادل فارسي کلمه‌ي انگليسي Parallelism [↑](#footnote-ref-3)
3. معادل فارسي کلمه‌ي انگليسي Supercomputer [↑](#footnote-ref-4)
4. معادل فارسي عبارت انگليسي Parallel Vector Processor [↑](#footnote-ref-5)
5. معادل فارسي عبارت انگليسي Computer Cluster [↑](#footnote-ref-6)
6. معادل فارسي کلمه‌ي انگليسي Scalar [↑](#footnote-ref-7)
7. معادل فارسي کلمه‌ي انگليسي Scalability [↑](#footnote-ref-8)
8. معادل فارسي کلمه‌ي انگليسي Emulator [↑](#footnote-ref-9)
9. معادل فارسي عبارت انگليسي Macro Benchmark [↑](#footnote-ref-10)
10. معادل فارسي عبارت انگليسي Micro Benchmark [↑](#footnote-ref-11)
11. معادل فارسي عبارت انگليسي High Performance Linpack [↑](#footnote-ref-12)
12. مخفف عبارت انگليسي NAS Parallel Benchmark که NAS نيز خود مخفف عبارت NASA Advanced Supercomputing است. [↑](#footnote-ref-13)
13. معادل فارسي عبارت انگليسي Membership Management [↑](#footnote-ref-14)