



HYDRA ENGINE by Lucid

MultiGPU
واقعی با
Lucid
Hydra

هوش ساری
Saryari@ComputerNews.ir

در افسانه‌های یونان باستان، Hydra یک هیولای چندسر بود که اگر یکی از سرهایش قطع می‌شد، دو سر دیگر به جای آن می‌روید! در حال حاضر Hydra به یکی از ارکان بازی‌های تخیلی تبدیل شده است که رقیب اصلی گیمرها بوده و جنگ اصلی بین آنها و گیمرها صورت می‌گیرد، اما به نظر می‌رسد Hydra به زودی معنای جدیدی خواهد یافت.

معرفی Hydra

تنها شرکتی نیست که ایده Multi-GPU را مطرح کرده است، چرا که شرکت NVIDIA با SLI و شرکت AMD/ATI هم با CrossFire همین ایده را دنبال می‌کنند اما Hydra اولین فناوری‌ای است که امکان استفاده از چندین GPU از شرکت‌های مختلف را فراهم می‌کند. واقعیت این است که ساختار GPU به گونه‌ای نیست که بتوان در آن از فناوری چند هسته‌ای، مانند آن چیزی که در پردازنده‌ها استفاده می‌شود بهره برد. شاید بتوان به جرات گفت که فناوری Multi-Core نمی‌تواند به نیازهای پردازشی آینده برای رندهای سنگین در گیم پاسخ دهد، چرا که رندر در بازی‌ها نیاز به یک پایپ‌لاین ترتیبی داشته که فقط یک thread دارد، در حالی که معماری Multi-Core کمکی به این نیاز نمی‌کند.

مروری بر نحوه عملکرد Hydra

سازندگان مادربرد چیپ Hydra را بین پل شمالی مادربرد و GPU قرار می‌دهند. Hydra ترکیبی از سخت‌افزار و نرم‌افزار برای پیاده‌سازی فناوری Multi-GPU استفاده می‌کند. در واقع Hydra دستورها و درخواست‌های ارسال شده از CPU به GPUها (مثل دستورات OpenGL و DirectX) را گرفته و خودش دستورهایی جدیدی براساس آن درخواست‌ها تولید کرده و به GPUها ارسال می‌دارد. هزاران ریزعملیات در ساختن یک فریم دخیل هستند که هر کدام زمان و حافظه خاص خود را برای اجرا نیاز دارند. شاید فکر کنید اگر ۱۰۰۰ عدد GPU برای انجام ۱۰۰۰ ریزعملیات داریم، همه دستورها همزمان اجرا شده و می‌توان نتایج را به صورت بلادرنگ و در یک زمان با هم ترکیب کرد، اما در حالت واقعی هر دستور وابسته به دستور دیگری است و تنها راه ممکن این است که هر دستور را تجزیه کرده و در چند GPU انجام دهیم تا به سرعت بالاتری برسیم. Hydra

شرکت Lucid فناوری Hydra را در جولای ۲۰۰۸ معرفی کرد. در این تاریخ، چیپ‌های سری ۱۰۰ آن در انجمن توسعه‌دهندگان اینتل عرضه شد. هنوز چیپ‌های سری ۱۰۰ توجه رسانه‌ها را کاملاً به خود جلب نکرده بود که چیپ‌های سری ۲۰۰ در سپتامبر ۲۰۰۹ عرضه شدند. هر سه چیپی که در چیپ‌های سری ۲۰۰ استفاده شده‌اند از فناوری ساخت ۶۵ نانومتری بهره برده و با معماری RISC با فرکانس ۳۰۰ مگاهرتز کار می‌کنند. مدل‌های LT24102 و LT22102 دارای توان مصرفی ۶ وات بوده و از ابعاد ۲۳ در ۲۳ میلی‌متر برخوردارند، در صورتی که مدل LT22114 دارای توان مصرفی ۴ وات بوده و ابعاد ۱۸ در ۱۸ میلی‌متر دارد. این مدل‌ها حداکثر دو GPU را پشتیبانی می‌کنند، هر چند به زودی درایوری عرضه خواهد شد که مدل LT24102 با استفاده از آن قادر به پشتیبانی از سه و چهار GPU خواهد شد. شرکت Lucid همزمان با عرضه Hydra از همکاری با اینتل و MSI پرده برداشت و اعلام کرد که برخی از مادربردهای MSI بر پایه چیپ‌ست P55 و از سری Big Bang Fuzion مجهز به چیپ Hydra به بازار عرضه شده‌اند.

تاریخچه شرکت Lucid

شرکت Lucid که رسماً LucidLogix نامیده می‌شود، از سال ۲۰۰۳ در زمینه نیمه‌هادی‌ها فعالیت می‌کند. این شرکت از ۶۰ متخصص نرم‌افزار و سخت‌افزار در زمینه گرافیک سه‌بعدی، طراحی چیپ و شبکه‌های پردازشی استفاده می‌کند. این شرکت ایده اولیه استفاده از Multi-GPU برای افزایش قدرت رندر را به جای ایده کپی کردن هسته‌های پردازشی (Multi-Core) - که تولیدکنندگان CPU از آن پشتیبانی می‌کنند - مطرح ساخت. البته Lucid

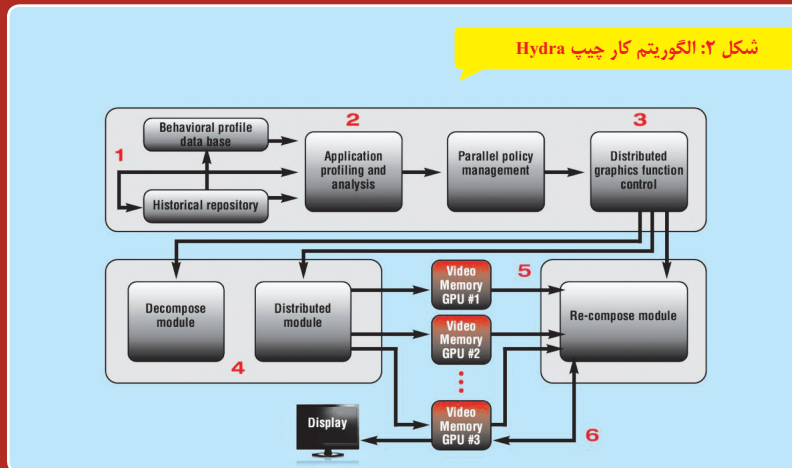
شرکت Lucid می‌خواهد Hydra را برای گیمرها از دشمن به دوست تبدیل کند!

در واقع چیپ Hydra یک فناوری جدید Multi-GPU را فعال می‌کند که برخلاف اغلب فناوری‌های Multi-GPU فعلی، با GPUهایی با قدرت پردازشی متفاوت و از آن جالب‌تر با GPUهایی از تولیدکنندگان مختلف کار می‌کنند. در این صورت کاربران مجبور نیستند که هیچ تنظیمی را دستکاری کنند یا نگران برقراری اتصالات GPUها باشند، چرا که چیپ Hydra که روی مادربرد قرار دارد، همه چیز را مدیریت می‌کند.

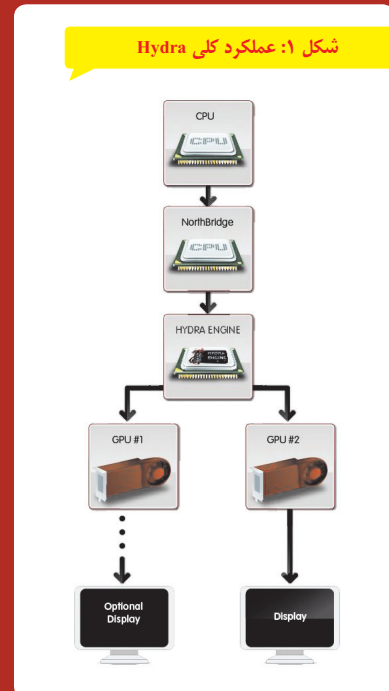
تصور کنید امروز یک کارت گرافیکی می‌خرید و چند ماه بعد دوباره پولی به دست‌تان می‌آید و قصد خرید یک کارت گرافیکی دیگر مشابه با کارت قبلی را دارید تا با استفاده از Multi-GPU قدرت گرافیکی سیستم را بالا ببرید. آیا می‌توانید کارتی مشابه با کارت خود پیدا کنید؟ به احتمال فراوان پاسخ منفی است و هر چه فاصله خرید دو کارت بیشتر باشد، این احتمال ضعیف‌تر می‌شود.

اما با Hydra این موضوع اصلاً مهم نیست و می‌توانید هر کارتی که دوست دارید بخرید و آن را در کامپیوتر در کنار کارت اول نصب کنید. Hydra امکان کار همزمان این دو کارت را برای رسیدن به قدرت پردازشی بالاتر و سریع‌تر فراهم می‌کند. هر چند قدرت این دو کارت روی هم از هر یک از آنها بیشتر است اما واضح است که برابر با جمع ریاضی قدرت تک‌تک آنها نخواهد بود. مثلاً اگر قدرت یک کارت را ۵۰ و قدرت دیگری را ۱۰۰ فرض کنیم، شاید با Hydra به قدرت ۱۳۰ برسیم، اما رسیدن به قدرت ۱۵۰=۵۰+۱۰۰ محال است. اگر چه نیازی نیست کارتهای گرافیکی مثل هم یا از یک تولیدکننده باشند، اما اگر این‌گونه باشند راندمان بالاتری حاصل می‌گردد.

شکل ۲: الگوریتم کار چپ Hydra



شکل ۱: عملکرد کلی Hydra



جدول ۱: مدل‌های Hydra 200

Model Number	Downstream Ports	Upstream Ports	Number of GPUs Supported	Range
LT22114	2×8	1×8	2	Low end
LT22012	2×16	1×16	2	Midrange
LT24102	2×16 or 4×8 or 1×16 + 2×8	1×16	2 or 3 or 4	High end

هوشمند برای توزیع بار کاری استفاده می‌شود تا از حداکثر توانایی GPUها استفاده شود (Parallel Policy Management). چپ Hydra به طور خودکار قدرت پردازشی هر GPU را براساس سابقه پردازشی قبلی (در بخش Historical Repository) پیش‌بینی می‌کند. همانطور که کار پیش می‌رود، چپ Hydra معیارهایش را در رابطه با قدرت GPUها آپدیت می‌کند (Behavioral Profile Data Base).

۴- سپس Hydra داده‌ها را به GPUها می‌فرستد (از طریق قسمت‌های Decompose و Distributed).

۵- به محض اینکه کار GPUها تمام شد، داده‌ها را به چپ Hydra برمی‌گرداند تا مجدداً کامپایل شود (Recompose Module).

۶- سپس Hydra صحنه نهایی را به یکی از GPUها ارسال می‌کند تا تصویر از طریق آن به مانیتور فرستاده شود.

مدل‌های Hydra 200

۳ مدل از چپ Hydra 200 وجود دارد که در جدول ۱ مشخص شده‌اند.

Upstream Ports به تعداد مسیرهای گذرگاه PCI-Express اشاره می‌کند که برای ارتباط بین چپ Hydra 200 و CPU مورد نیاز است. Downstream Ports هم به تعداد مسیرهای گذرگاه PCI-Express اشاره می‌کند که برای ارتباط بین چپ Hydra 200 و GPUها مورد نیاز است.

Split Frame/Tiling: هنوز معماری‌های اندکی با روش Dual-GPU وجود دارند که از تکنیک Split Frame استفاده می‌کنند. در این روش، هر GPU وظیفه نمایش بخشی از تصویر را بر عهده دارد. هر چند در این تکنیک مشکلات ناشی از گلوگاهی که بر اثر Pixel Shading به وجود می‌آید، کاهش پیدا می‌کند، اما چون هر GPU مجبور است کل فریم را در حافظه ذخیره کند، امکان بروز مشکل کمبود حافظه وجود دارد.

اما Hydra اولین چپیی است که STDP (پردازش اختصاصی بالادرنگ) را پیاده‌سازی می‌کند. این چپ هر فریم را قبل از رندرینگ ارزیابی کرده و سپس عملیات‌ها را بین GPUها براساس قدرت و در دسترس بودن آنها توزیع می‌کند و در نتیجه قدرت کلی سیستم بالاتر می‌رود. ارزیابی فریم‌ها توسط Hydra باعث کاهش گلوگاه‌ها و تاخیرها می‌شود.

شکل ۲ مثالی از نحوه کارکرد Hydra را نمایش می‌دهد.

۱- چپ Hydra اطلاعات ارسالی در مورد مثلاً یک گیم که از CPU به GPU ارسال شده را می‌گیرد. ۲- چپ Hydra اطلاعات را ارزیابی می‌کند و آنها را به کارهایی (Task) تجزیه می‌کند. یک کار می‌تواند هر چیزی باشد، از یک افکت نور گرفته تا طراحی یک آبجکت گرافیکی. Hydra از یک الگوریتم مناسب برای کامپایل کارها استفاده می‌کند (Application Profiling and Analysis).

۳- وقتی کارها تعیین شد، چپ Hydra آنها را بین GPUها تقسیم می‌کند. از یک الگوریتم

دستورها را متناسب با قدرت پردازشی هر GPU به آن ارسال می‌کند و این کار به گونه‌ای انجام می‌گیرد که اولاً از حداکثر قدرت هر GPU استفاده شود و ثانیاً تمامی GPUها به کار گرفته شوند. Hydra به طور خودکار کار با GPUها را مدیریت می‌کند و تقسیم بار پردازشی بین آنها را انجام می‌دهد. اگر به هر دلیلی Hydra نتواند از کارت‌های گرافیکی به صورت Multi-GPU استفاده کند، به طور خودکار به حالت Single-GPU سوئیچ می‌کند و نیاز به هیچ تنظیمی توسط کاربر ندارد.

همانطور که در شکل ۱ می‌بینید، GPUها مستقیماً به هم متصل نیستند و همه داده‌های فرستاده شده به آنها از طریق چپ Hydra ارسال می‌شود و در عین حال همه داده‌های منتقل شده بین CPU و GPUها هم باید از چپ Hydra بگذرد. این پیکربندی امکان انعطاف‌پذیری بیشتری را برای سازندگان مادربرد فراهم می‌کند. چون Hydra اختصاصاً برای تقسیم وظایف بین GPUها طراحی شده و هیچ پردازشی روی دستورات پردازشی انجام نمی‌دهد، نسبت به سایر روش‌های معمول که در زمینه تجزیه بار کاری استفاده می‌شوند، راندمان بهتری دارد. در این راستا، تا پیش از این برای پردازش موازی تصاویر از دو تکنیک زیر استفاده می‌شد:

Alternate Frame: با این تکنیک، فریم‌ها به صورت یک در میان توسط GPUها رندر می‌شوند. در صورتی که اختلاف قدرت GPUها زیاد باشد، این روش موجب تاخیر در نمایش تصویر می‌شود، چرا که برای GPU ضعیف‌تر مدت بیشتری طول می‌کشد تا تصویر را رندر کند.

آشنا باشند، فروش مادربردها به سادگی و به سرعت انجام می‌شود، اما فرآیند تولید مادربرد از نمونه اولیه تا آن چیزی که به دست مصرف‌کننده می‌رسد، مسئله‌ای جدی است.

یکی از امتیازات Hydra این است که به هیچ‌یک از سازندگان اصلی GPU وابسته نیست. Hydra فقط کفایت بداند چه GPUهایی روی سیستم نصب هستند و نیازی ندارد که جزئیات کارکرد GPUها را بداند تا بتواند با آنها کار کند. Hydra با GPUها از طریق DirectX کار می‌کند (از جمله DirectX 11) و در واقع دستورها را از گیم می‌گیرد و هیچ نیازی به تغییر آن دستورات برای مطابقت با یک بازی خاص و یا GPU خاص ندارد. در شکل ۴، چیپ Hydra را روی یک مادربرد می‌بینید.

تست

اگرچه شرکت Lucid فناوری Hydra را در حلقه اول برای گیم طراحی کرده اما می‌توان از آن برای هر کاربردی که نیاز به گرافیک سنگین دارد و یا نیاز به استفاده از چندین مانیتور دارد هم استفاده کرد. شرکت فوق زمان طولانی را برای فرآیند تست Hydra صرف کرده تا تعداد زیادی گیم را با صدها ترکیب مختلف GPU تست کند، البته نمی‌تواند ادعا کند که تمام گیم‌ها را با تمام ترکیبات مختلف کارت‌های گرافیکی تست کرده است. آن چیزی که در این تست‌ها مهم بوده، کیفیت تصویر، راندمان و پایداری سیستم است. گیم‌های مختلف براساس ۳ پارامتر فوق توسط فناوری Hydra تست می‌شوند و در صورتی که بهبودی در عملکرد آنها دیده شود، آن گیم‌ها به عنوان گیم‌های مورد تایید Hydra برچسب می‌خورند یا اصطلاحاً Qualify می‌گردند. ■

برای مثال LT22012 دارای دو کانکشن PCI-Express X16 به صورت Downstream یا به عبارتی یک کانکشن PCI-Express X16 به ازای هر GPU است.

در LT24102 تعداد کانکشن‌های Downstream بر حسب تعداد GPUها متغیر است، برای مثال با دو GPU، از دو کانکشن PCI-Express X16 استفاده می‌شود، یعنی یک گذرگاه به ازای هر GPU. با سه GPU از یک کانکشن PCI-Express X16 و دو کانکشن PCI-Express X8 استفاده می‌شود و با چهار GPU از چهار کانکشن PCI-Express X16 استفاده می‌شود. این مدل براساس تعداد GPUها، یکی از پروفایل‌های بالا را به طور خودکار انتخاب می‌کند.

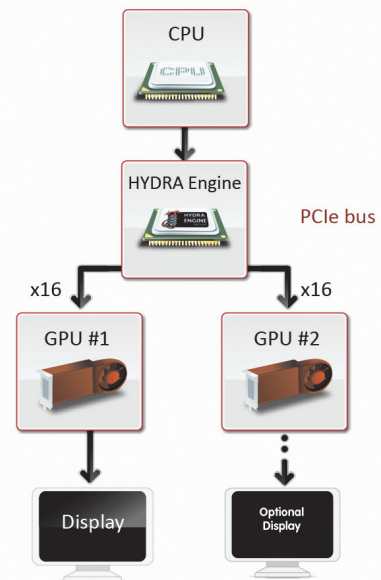
شرکت Lucid ادعا دارد هزینه‌ای که بابت افزودن این چیپ به مادربردها افزوده می‌شود، حدود ۱٫۵ دلار به ازای هر مسیر گذرگاه PCI-Express است. البته مطابق جدول ۱ تعداد مسیرهای گذرگاه PCI-Express در مدل‌های مختلف فرق می‌کند. برای مثال مدل LT24102 دارای ۱۶ مسیر گذرگاه PCI-Express در Upstream و ۳۲ مسیر گذرگاه PCI-Express در Downstream است که مجموعاً ۴۸ مسیر خواهد شد و به این ترتیب حدود ۷۲ دلار به قیمت مادربرد افزوده می‌گردد. در شکل ۳، ترکیبات سه‌گانه چیپ مدل LT24102 نشان داده شده است.

سیاست فروش Hydra

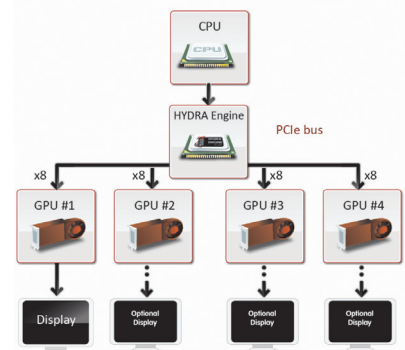
شرکت Lucid معتقد است متقاعد کردن سازندگان مادربرد برای استفاده از این چیپ در محصولات‌شان خیلی ساده‌تر از آن است که تصور می‌شود. اگر آنها با فناوری Multi-GPU

شکل ۳: ترکیبات سه‌گانه چیپ مدل LT24102

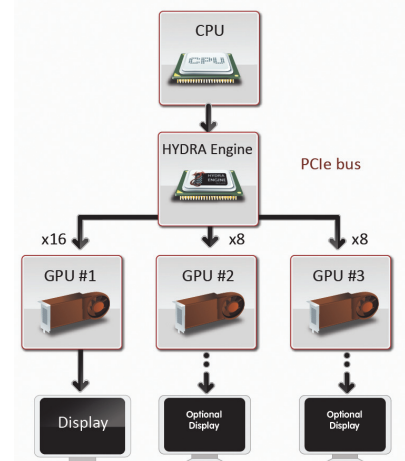
Configuration A - 2 x 16 downstream ports



Configuration B - 4 x 8 downstream ports



Configuration C - 1 x 16 + 2 x 8 downstream ports



شکل ۴: نصب چیپ Hydra روی مادربرد

