Triggrovací systém

V urychlovači LHC se bude srážek velké množství částic s velkou frekvencí. Každých 25 ns proběhne zhruba 25 nepružných srážek protonů.

Svazek protonů obsahuje 10^{11} částic. Díky účinnému průřezu, který udává pravděpodobnost interakce, zareaguje navzájem jen 25 částic.

To tedy znamená $\frac{25}{25.10^{-9}} = 10^9$ srážek za sekundu. Každá taková srážka vyprodukuje zhruba 60 nabitých částic. Za sekundu tedy vznikne 60 miliard sekundárních částic, které bude třeba zaznamenat.

Jaderní fyzikové zavádějí veličinu luminosita, která má v případě LHC hodnotu $34\,\mathrm{cm}^{-2}\mathrm{s}^{-1}$. Účinný průřez vzájemné srážky dvou protonů je 70 mb (milibarnů).

Jinými slovy shluky protonů se budou srážet s frekvencí 40 MHz (tj. každých 25 ns) a bude docházet ke srážkám s frekvencí téměř 1 GHz (každou sekundu miliarda srážek).

Pro představu: shluky protonů, které se budou v urychlovači pohybovat téměř rychlostí světla, budou od sebe navzájem vzdáleny $25.10^{-9}.3.10^8\,\mathrm{m} = 7{,}5\,\mathrm{m}$.

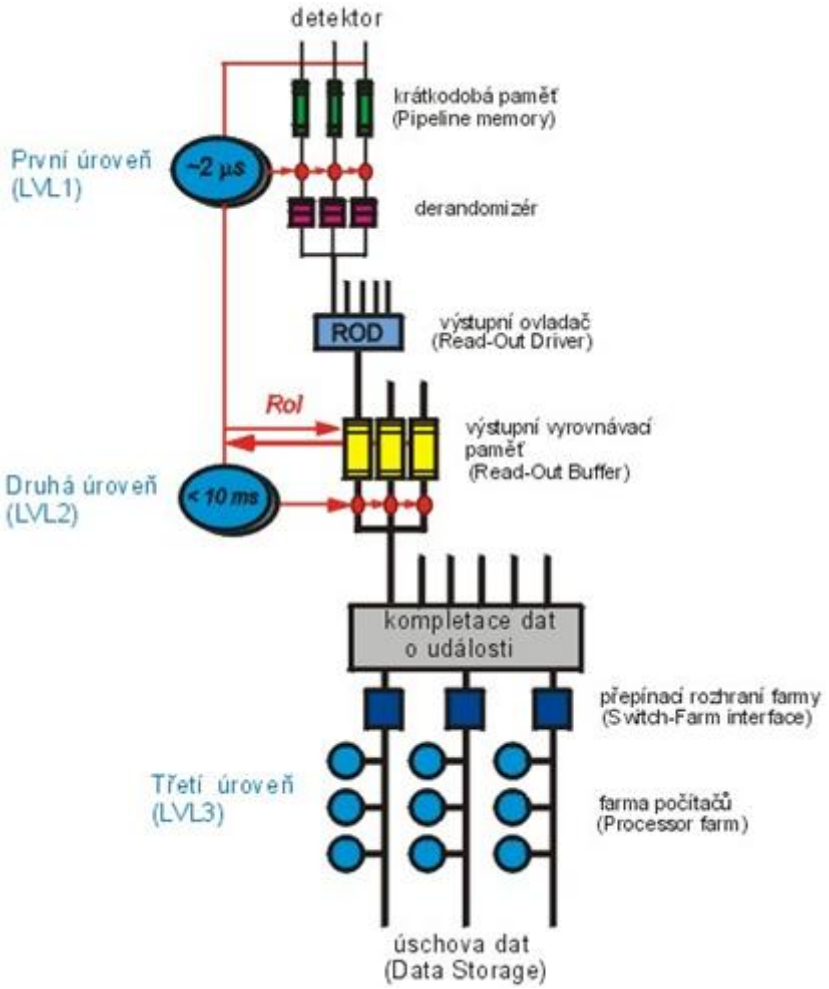
Je naprosto nereálné s frekvencí 40 MHz zaznamenávat informace s objemem zhruba 1 MB na 1 srážku shluků z celého ATLASu. Ze srážky všech shluků za jednu sekundu bychom měli tedy měli milion GB dat!

Tento informační tok odpovídá zhruba 2000 km vysokému sloupci knih za každou sekundu.

Proto je nutné použít triggrovací systém, který bude filtrovat události tak, aby byly zaznamenány jen ty, které jsou mimořádně zajímavé. Bylo by možné namítnout, proč se tedy nesníží frekvence srážek rovnou na takovou úroveň, jejíž data by bylo možné rozumným způsobem zaznamenat. Problémem ovšem je, že pravděpodobnost interakce částic se zvyšuje s vyšším počtem částic ve shluku. Navíc řada událostí, které fyzikové chtějí na LHC objevit či potvrdit, je velmi málo pravděpodobná - vznik nových částic (např. Higgsova bosonu), vybraný druh interakce, ... Proto je nutné urychlit velké množství částice, aby se tato pravděpodobnost zvýšila.

Trigger systém detektoru ATLAS je uspořádán ve třech úrovních (viz obr. 203), přičemž každá úroveň vybere jen část z událostí, které prošly předcházející úrovní.

Podobný trigger systém má každý člověk, když si např. hledá svého budoucího partnera. Také používáme řadu úrovní, které rozhodují o výběru toho správného partnera: pohlaví, věk, výška, postava, krása, inteligence, smysl pro humor, spolehlivost, ... Některý výběr je velmi rychlý (pohlaví, věk), na jiné rozhodnutí je zapotřebí více času (inteligence, smysl pro humor, spolehlivost).



Obr. 203

Trigger první úrovně (LVL1) filtruje události podle jednoduchých kritérií (např. přítomnost mionu s vysokou příčnou hybností, přítomnost jetu, chybějící příčná energie, ...) a propouští je s frekvencí 75 kHz - 100 kHz (tedy průměrně každých $10\,\mu s$). Rozhodnutí, zda je událost zajímavá nebo ne, musí tato úroveň provést během asi $2\,\mu s$. Během tohoto rozhodování LVL1 jsou data ze všech částí detektoru držena v krátkodobé paměti (*pipeline*). Rozhodování se provádí pomocí jednoúčelových procesorů. Informace ze systému LVL1 je použita k rozpoznání oblasti detektoru, která obsahuje částice se zajímavými vlastnostmi (např. velké elektromagnetické shluky elektronů nebo fotonů, jety a miony). Trigger druhé úrovně (LVL2) tedy musí zpracovat mnohem méně informací a snižuje frekvenci toku dat až na 1 kHz. Trigger třetí úrovně (LVL3), nazývaný též „budovatelem události“, má dost času na detailnější kritéria a zapisuje data na záznamové zařízení rychlostí až 100 MB za sekundu.

Tomu odpovídá už jenom 5 m knih za každou sekundu.

Při záznamu na CDčko, které má kapacitu 750 MB, bychom při zmíněné snížené frekvenci srážek jedno naplnili za 7,50 s (jedna srážka vyžaduje 1 MB datového prostoru a srážek je 100 za sekundu). DVDčko má kapacitu zhruba 7krát vyšší, takže bychom jedno DVDčko naplnili za čas 7krát delší, tj. zhruba za 50 sekund.

Záznam dat z experimentů je sled čísel uložený např. do textového editoru. A text (bez obrázků), který má z jedné srážky datový objem 1 MB, to je pěkná řádka čísel! A to, co fyziky zajímá, může být jedno číslo v takovém souboru resp. jeden řádek!

I tak je ovšem dat velké množství. Každý rok bude potřeba zaznamenat 15 PB dat (15 milionů GB). Proto odborníci v CERNu vymysleli a zrealizovali systém, který pomůže data efektivně zpracovat. Jedná se o tzv. GRID.

Zmíněných 15 PB dat by zaplnilo tolik CDček, že kdyby se položila jedno na druhé vznikl by sloup vysoký 20 km!

Zpracování dat bude probíhat ještě dlouhou dobu po uzavření LHC a budou na něm podílet zcela jistě studenti vysokých škol v rámci svých seminárních prací, bakalářských prací nebo diplomových prací.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.