


```
rdf_type(P, "ct_TemperatureLevel");
```

```
#show result / 2
```

4.4 实验结果与分析

本实验以 Sparkwave 与 ASPR 作对比实验结果, Laser 作为两者的参照组进行对比. 当窗口设置为 3 s 时, 对于查询 Q1C(R1C), Q2C(R2C), Laser 模型相比 Sparkwave 可以看出基于 ASP 的流推理方法上的有效性, 尽管性能上并没有太大优势. 而 ASPR 对比 Laser, 在内存上的消耗平均减少接近一半, 在延迟上有平均 2 倍的提升, 说明了 ASPR 改进了 Laser 上没有充分利用 ASP 的表达和推理能力; 而对于 ASPR 与 Sparkwave, 在平均执行速度上前者速度分别约为后者的 2.2 倍和 2.5 倍, 在内存消耗上前者少于于一半 (如图 5、图 6).

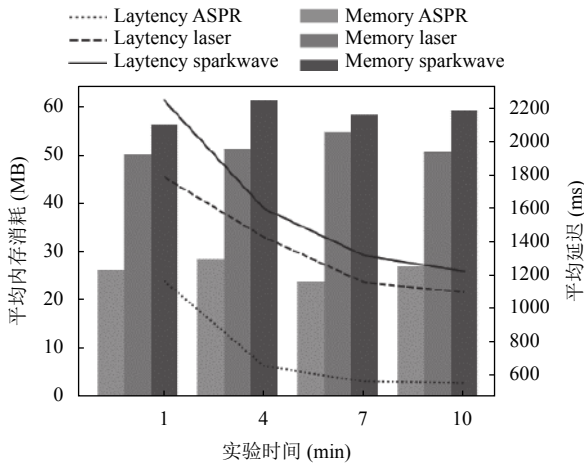


图 5 Window=3 s, Q1C 与 R1C

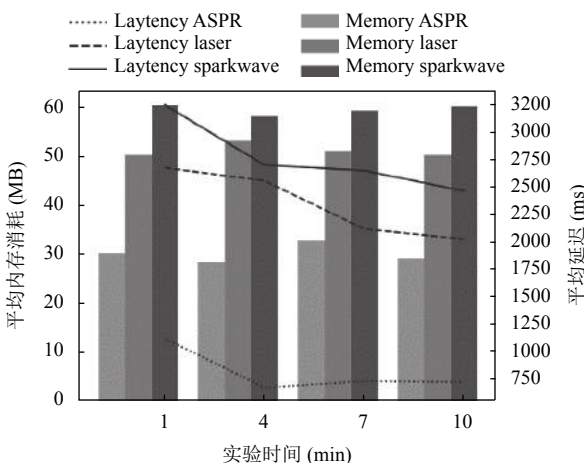


图 6 Window=3 s, Q2C 与 R2C

当窗口大小设置为 10 s 时, 等同在每一个窗口内处理更多的 RDF 流, 而这时对于查询 Q1C(R1C), Q2C(R2C)

的情况是, ASPR 在 Laser 上的优势基本保持不变, 原因可能是都使用了表达能力强的 ASP. 而 ASPR 的平均执行速度分别比 Sparkwave 约快 3.4 倍和 3.3 倍, 内存上则保持相同的优势 (如图 7、图 8). 实验结果表明 ASPR 在延迟和内存消耗方面均优于 Laser 和 Sparkwave 模型, 对于越复杂的查询推理问题, 对 Laser 和 ASPR 推理性能优势没有太大影响, 随着窗口大小逐渐增加, 窗口内处理的数据越多, 并且推理任务越复杂, 可以看到 ASPR 也能够保持更低的延迟和内存消耗.

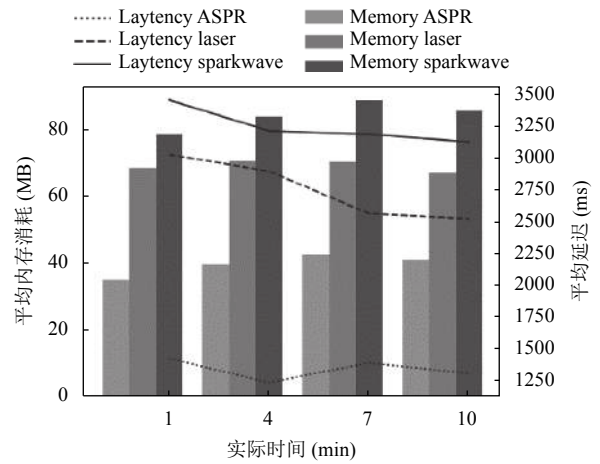


图 7 Window=10 s, Q1C 与 R1C

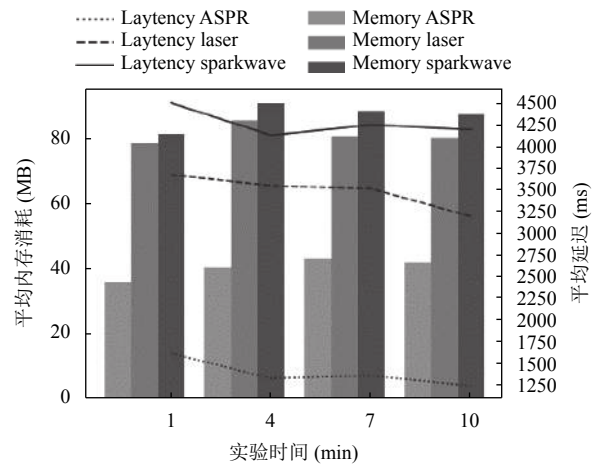


图 8 Window=10 s, Q2C 与 R2C

5 总结展望

在现有技术中有很多用于建模和处理 RDF 流的方法, 但大部分都是以扩展了 SPARQL 为基础. CEP 启发了另一个研究方向^[1], 将每个数据元素视为一个原子事件, 并以复杂事件的形式从输入流中提取出隐式知识,

如 EP-SPARQL 以及 Sparkwave, 但其并不能进行复杂的推理请求, 并且推理效率低下. 为了解决并优化这一问题, 本文提出了一种基于扩展 ASP 的方法 ASPR 用于连续执行 RDF 流的复杂推理, 该方法充分利用 ASP 的表达能力来进行 RDF 流推理, 并无缝地将语义流处理与非单调推理相结合, 支持通过将 RDF 流添加到自定义数据类型, 并使用窗口化操作符来捕获与查询推理请求中最相关的数据流部分, 允许以推理请求的形式来表达用户的要求和偏好, 请求在引擎中只注册一次, 然后在 RDF 数据流到来时通过流运算符连续执行推理产生结果, 另外, 为了进一步减少推理时间, 通过有选择性地加载静态知识库, 并使用 Redis 作为映射工具. 此外, 实验表明 ASPR 在内存和延迟性能上更优于最新的 Sparkwave 与 Laser, 但还有进一步优化的地方, 因此在未来的工作中, 有以下两个方向可以继续探讨, 一是可以尝试其他流处理框架中的窗口类型和流操作符来与 ASP 技术结合, 如 Lars^[15]; 二是采用其他技术来扩大引擎的规模, 如采用并行推理方法等^[16-18].

参考文献

- 1 杜方, 陈跃国, 杜小勇. RDF 数据查询处理技术综述. 软件学报, 2013, 24(6): 1222-1242. [doi: 10.3724/SP.J.1001.2013.04387]
- 2 Anicic D, Fodor P, Rudolph S, *et al.* EP-SPARQL: A unified language for event processing and stream reasoning. Proceedings of the 20th International Conference on World Wide Web. Hyderabad, India. 2011. 635-644.
- 3 Barbieri DF, Braga D, Ceri S, *et al.* C-SPARQL: SPARQL for continuous querying. Proceedings of the 18th International Conference on World Wide Web. Madrid, Spain. 2009. 1061-1062.
- 4 Komazec S, Cerri D, Fensel D. Sparkwave: Continuous schema-enhanced pattern matching over RDF data streams. Proceedings of the 6th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems. Berlin, Germany. 2012. 58-68.
- 5 王玮昉. 语义物联网中基于 RDF 流的复杂事件处理方法研究 [硕士学位论文]. 大连: 大连海事大学, 2016.
- 6 Pham TL, Ali MI, Mileo A. C-ASP: Continuous ASP-based reasoning over RDF streams. Proceedings of the 15th International Conference on Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning. Philadelphia, PA, USA. 2018. 45-50.
- 7 Kolchin M, Wetz P, Kiesling E, *et al.* YABench: A comprehensive framework for RDF stream processor correctness and performance assessment. Proceedings of the 16th International Conference on Web Engineering. Lugano, Switzerland. 2016. 280-298.
- 8 Dehghanzadeh S, Dell'Aglia D, Gao S, *et al.* Approximate continuous query answering over streams and dynamic linked data sets. Proceedings of the 15th International Conference on Web Engineering. Rotterdam, the Netherlands. 2015. 307-325.
- 9 Beck H, Eiter T, Folie C. Ticker: A system for incremental ASP-based stream reasoning. Theory and Practice of Logic Programming, 2017, 17(5-6): 744-763.
- 10 Bazoobandi HR, Beck H, Urbani J. Expressive stream reasoning with laser. Proceedings of the 16th International Semantic Web Conference. Vienna, Austria. 2017. 87-103.
- 11 Do TM, Loke SW, Liu F. Answer set programming for stream reasoning. Proceedings of the 24th Canadian Conference on Artificial Intelligence. St. John's, Canada. 2011. 104-109.
- 12 何恒靖, 赵伟, 黄松岭. 复杂事件处理技术的应用现状及展望. 计算机工程, 2017, 43(1): 20-26, 31. [doi: 10.3969/j.issn.1000-3428.2017.01.004]
- 13 张晓双. 基于智能家居的本地查询扩展研究 [硕士学位论文]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
- 14 王海渊, 张雅涵, 黄佳进, 等. 语义传感器 Web 中传感器本体的构建及应用. 计算机系统应用, 2018, 27(10): 80-84. [doi: 10.15888/j.cnki.csa.006574]
- 15 Beck H, Dao-Tran M, Eiter T. LARS: A logic-based framework for analytic reasoning over streams. Artificial Intelligence, 2018, 261: 16-70. [doi: 10.1016/j.artint.2018.04.003]
- 16 邱慧. RDF 数据分布式查询处理与优化方法研究 [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018.
- 17 叶怡新. 分布式 RDF 数据并行推理方法研究与实现 [硕士学位论文]. 福州: 福州大学, 2017.
- 18 Pham TL, Ali MI, Mileo A. Enhancing the scalability of expressive stream reasoning via input-driven parallelization. Semantic Web, 2019, 10(3): 457-474. [doi: 10.3233/SW-180330]