

طرق تدريس مناهج شبكات الحاسوب وتحديات التعلم بالممارسة التطبيقية

د. ادريس عبدالهادي علي محمد (*)
كلية تقنية المعلومات - جامعة طرابلس

المخلص:

على الرغم من عدم إمكانية تجاهل أهمية المعرفة التي يتم تقديمها عبر المحاضرات النظرية، إلا أن التعلم بالممارسة التطبيقية غالبًا ما يميز بين الخريجين المطلوبين في سوق العمل، حيث تحتاج القطاعات العاملة في مجال الاتصالات وتقنية المعلومات إلى خريجين يمكنهم العمل مباشرة دون الحاجة إلى إنفاق الأموال على إعادة تدريبهم. لذلك، فإن قضايا التحديث الفعال للعملية التعليمية والمحافظة على منهج محدث الذي

(*) Email: e.Gomied@uot.edu.ly

يلبي المتطلبات الجديدة للمهارات العملية التي يجب أن يتقنها الطلاب الذين يدرسون مجال الاتصالات وتقنية المعلومات هي من الصعوبات التي تواجهها المؤسسات الجامعية لأن جزئية التغيير متسارعة. ونتيجة لكل ذلك تصبح محتويات المنهج قديمة بتقديم المواضيع والتقنيات. وبالتالي تصبح الحاجة ملحة لوضع مقارنة أكثر استجابة تسمح بتكامل المنهج الدراسي مع المفاهيم الجديدة بمجرد ظهورها وكذلك مقارنة مشابهة موازية لتعريف مستمر وإبعاد للمحتويات التي تجاوزها الزمن.

تتناول هذه الورقة بالبحث المقاربات التي تركز على دمج التعلم بالممارسة التطبيقية مع طرق التدريس التقليدية في مناهج شبكات الحاسوب والاتصالات مما يؤدي الى تحسين جودة التدريس من خلال تطبيق المعرفة النظرية على سيناريوهات مهنية حقيقية. الكلمات المفتاحية: التعليم القائم على المحاكاة، التعلم التجريبي، نماذج المحاكاة الحاسوبية، المحاكاة، الشبكة الافتراضية

Abstract

Although the importance of the knowledge that is presented through theoretical lectures cannot be ignored, learning by doing often distinguishes between graduates in demand in the Labour Market, where the sectors working in the field of Communications and Information Technology need graduates who can work directly without having to spend money on Retrain them.

Therefore, the issues of effective modernization of the educational process and maintaining an updated Curriculum that meets the new requirements for practical skills that must be mastered by students studying the field of Communications and Information Technology are among the difficulties faced by University institutions because of the change part is rapid. As a result of all this, the contents of the Curriculum become outdated with the advancement of topics and techniques.

Thus, there is an urgent need to develop a more responsive approach that allows the integration of the Curriculum with new concepts

as they emerge, as well as a similar parallel approach to the continuous identification and removal of outdated contents.

This paper discusses approaches that focus on integrating hands-on learning with traditional teaching methods in Computer and Communication Networks Curricula, which leads to improving teaching quality by applying theoretical knowledge to real professional scenarios.

المقدمة:

تستخدم أنظمة إدارة التعلم (LMS)، المدمجة في نموذج التعلم، كمصطلح واسع لتوصيف مجموعة واسعة من الأنظمة لتعزيز تجربة التعلم في التعليم العالي، التي تنظم وتوفر الوصول إلى خدمات التعلم للطلاب وأعضاء هيئة التدريس. تتضمن هذه الخدمات عادة التحكم في الوصول، وتوفير محتوى التعلم، ووسائل الاتصال، وتنظيم مجموعات المستخدمين [Welle,2007]. وقد تمت الإشارة إلى أنظمة إدارة التعلم بأسماء مختلفة، مثل بيئات التعلم الافتراضية أو أنظمة إدارة المادة الدراسية. التعريف الأكثر شيوعاً هو أنها بنية تحتية تدعم توصيل وإدارة محتوى المنهج الدراسي المؤسسي، وتحديد وتقييم أهداف التعلم الفردية والمؤسسية، وإدارة التقدم الذي تم احرازه نحو تحقيق تلك الأهداف، مع توفير البيانات للإشراف على المؤسسة ككل [Neto,2007].

ويعتبر المحافظة على منهج محدث من الصعوبات التي تواجهها كليات المعلوماتية والاتصالات لأن جزئية التغيير متسارعة. ونتيجة لكل ذلك تصبح محتويات المنهج قديمة بتقديم المواضيع والتقنيات. كما أنه من الصعب على الطلاب فهم وإتقان المفاهيم المجردة لبروتوكولات شبكات الحاسوب وعملية نقل حزم البيانات أثناء المحاضرات النظرية، حيث أصبحت بيئة الشبكات أكثر تعقيداً.

وبالتالي تصبح الحاجة ملحة لوضع مقارنة أكثر استجابة تسمح بتكامل المنهج الدراسي مع المفاهيم الجديدة بمجرد ظهورها وكذلك مقارنة موازية لبنية تحتية تدعم توصيل وإدارة محتوى المنهج الدراسي المؤسسي.

1. الأفكار التجريدية المستخدمة لتدريس بروتوكولات الشبكات

إحدى المقاربات الأساسية المستخدمة لتدريس بروتوكولات الشبكات تعتمد على ادخال مفهوم الطبقات، واستخدام تراكيب الطبقات لتنظيم وظائف الشبكات على هيئة مكس من الطبقات التي تشتمل على بروتوكولات الشبكات وتحليل خصائص هذه البروتوكولات لجعل الطلاب يفهمونها ويتقنون تفاصيلها المختلفة ويستطيعون مناقشة تصميم طرق التنفيذ المختلفة، وكذلك وصف وتوضيح المعالجات الدونية للشبكات التي تستخدم مصفوفة من الأفكار التجريدية مثل كبسلة البيانات، ووحدات بيانات البروتوكول، الدوائر الافتراضية،...الخ.

تحدد بروتوكولات التوجيه مثل OSPF، RIP، EIGRP و OPNET طرق الاتصال بين أجهزة التوجيه المستخدمة في ربط الشبكات، ولكل بروتوكول ميزة خاصة به لتوجيه الحزمة، وتعتبر دراسة توجيه حزم البيانات كإحدى العمليات الأساسية والمهمة التي يجب أن يستوعبها الطلاب.

ويواجه المحاضرون مشكلة توضيح كيفية نقل حزمة من شبكة إلى أخرى وعرض المسار، ويتم في المقاربات التقليدية استخدام أداة "tracert" في نظام التشغيل Microsoft Windows، لتحديد المسار. لكن باستخدام مثل هذه الأداة، يرى الطلاب فقط عناوين أجهزة التوجيه التي تمر حزمة البيانات من خلالها بالتسلسل. ومع ذلك، لا يمكنهم الحصول على معلومات حول مكان وجود أجهزة التوجيه هذه وكيفية ترابطها. لذلك، لا تمكن هذه الطريقة الطلاب من فهم الصورة الكاملة لهيكلية الشبكة.

كما يتم التركيز عند تدريس مواضيع مثل "العنونة في شبكات الحاسوب" بشكل كبير على إجراء عمليات حسابية متنوعة تتعلق بعنوان الشبكات وعنوان المضيف وقناع الشبكات الفرعية، ولكن لأجل فهم أكثر دقة للعنونة، من الضروري ليس فقط معرفة كيفية إجراء عمليات حسابية معينة ولكن أيضاً فهم كيفية تطبيق البيانات في الممارسة العملية.

ومن خلال خبرتنا بالتدريس لاحظنا أنه من الصعب على الطلاب فهم وإتقان هذه المفاهيم المجردة للبروتوكولات أثناء المحاضرات النظرية. وبالتالي فإن الممارسة التطبيقية مهمة جداً في مناهج شبكات الحاسوب، والتي يمكن أن تمنح الطلاب فرصة عملية لفهم الأنظمة الحالية وتصميمها الأولي، وللإجابة على العديد من أسئلة ماذا لو للسيناريوهات الناشئة، وربما لتحسينها في كل من الوظائف والأداء.

وتتيح التطبيقات العملية التي يتم إجراؤها باستخدام أجهزة حقيقية للطلاب اكتساب المهارات في العمل مع المعدات التي سيتعين عليهم التعامل معها في أنشطتهم المهنية. ومع ذلك، فمن المعروف أن التجارب في المواد الدراسية للشبكات والأنظمة الموزعة تمثل تحدياً، نظراً للحاجة إلى الوصول إلى نواة النظام والبنى التحتية للشبكة وأن يكون الطلاب قادرين على تكوين وإدارة وتشخيص أعطال الشبكات، إلا إنه في معامل الحاسوب التقليدية لا يسمح للمستخدمين العاديين بالتعديل في البنية التحتية للشبكة أو تغيير إعدادات أجهزة الشبكات، لأنه يمكن أن ينتج عن ذلك مشاكل عويصة تتعلق بمدى توافر الخدمة وإدارة موارد الشبكات الموزعة. كما أنه لتنظيم وتنفيذ الأعمال العملية، هناك حاجة إلى مجموعة كاملة من المعدات (البنية التحتية للشبكة، والمفاتيح، والمحاور، وأجهزة التوجيه، ونقاط الوصول)، والمعامل المتخصصة، ومهندسي الصيانة، وما إلى ذلك. يصعب الوفاء بهذا المطلب في معظم الجامعات ما لم تكن هناك منظومة مخصصة لأغراض التدريس.

يمكن استخدام أدوات والمحاكاة (Simulation) والمضاهاة (Emulation) لتعزيز وتحسين المعرفة العملية لمبادئ شبكات الحاسوب بين الطلاب. علاوة على ذلك، يمكن للطلاب تصميم مشاريع صغيرة ذات حلول تتصف بالابتكار والإبداع.

2. المحاكاة (Simulation) والمضاهاة (Emulation)

تعد المحاكاة (Simulation) والمضاهاة (Emulation) بلا شك واحدة من أكثر المنهجيات انتشارًا في مجال شبكات الكمبيوتر، وتستخدم على نطاق واسع لتطوير بنى اتصالات وبروتوكولات شبكة جديدة.

المضاهي emulator عبارة عن جهاز مادي أو حزمة برمجية تمكن نظام الحاسوب الواحد (المعروف أيضًا باسم المضيف) من محاكاة أو تقليد وظائف نظام حاسوب آخر (المعروف باسم الضيف)، يقوم المضاهي emulator بتمكين النظام المضيف من تشغيل البرامج والأدوات والأجهزة الطرفية والمكونات الأخرى المصممة لنظام الضيف، ويمكن أن يكون المضاهي emulator من أنواع مختلفة أو تكرر أشياء مثل برمجيات أو أجزاء مادية أو نظام تشغيل أو وحدة المعالجة المركزية.

والمحاكاة هي المعالجة التي يمكن من خلالها تصميم نموذج لمنظومة حقيقية وإجراء التجارب على هذا النموذج لغرض فهم سلوك المنظومة وتقييم الجوانب التشغيلية المختلفة لها. فعلى سبيل المثال، يتم تنفيذ عملية التحقق من خصائص بروتوكول توجيه جديد في محاكي الشبكة ويمكن بعد ذلك دراسة سلوك التوجيه بسهولة في طبولوجيا (Topology) مختلفة بالنظر إلى حقيقة أن هيكل الشبكة هو مجرد مجموعة من معلمات (أو بارامترات) المحاكاة. تعتمد معظم مجموعات أدوات محاكاة الشبكات المتاحة على نموذج محاكاة منفصل قائم على الأحداث [Fishman,1978]. هنا، تقوم عُقد الشبكة التي تمت محاكاتها بتشغيل الأحداث، على سبيل

المثال، عندما يتم إرسال حزمة إلى عقدة أخرى. يحتفظ جهاز المحاكاة بقائمة انتظار الأحداث مرتبة حسب وقت تنفيذ الحدث المجدول. يتم تنفيذ المحاكاة نفسها عن طريق المعالجة المتتالية للأحداث الموجودة في قائمة الانتظار.

وتتيح أدوات محاكاة الشبكات تصميم الشبكات وبنائها ديناميكياً كرسوم قائم على الحاسوب عن طريق وضع أجهزة الشبكات كرموز على الشاشة وتوصيل هذه الأجهزة. هذا التصور في حد ذاته يجعل المادة ملموسة على الفور. وتصبح الشبكات أكثر واقعية برغم كونها رسماً. كما أنه يجعل من السهل فهم مكونات وطبيعة الشبكات الأصلية، والتي يمكننا غالباً رؤية أجزاء منها (أجهزة التحويل والتبديل، الحواسيب، الكوابل). يمكن تكوين الشبكات المحاكاة عن طريق فتح واجهات محاكاة للأجهزة المختلفة وتعيين المتغيرات المختلفة المطلوبة.

يمكن أيضاً استخدام أدوات المحاكاة، لفهم الاختلاف بين أجهزة الشبكات المختلفة مثل الموزعات والمحولات وأجهزة التوجيه وما إلى ذلك، والاستخدام المناسب لها أثناء توصيل أجهزة كمبيوتر مختلفة لتصميم شبكة. كيفية تعيين عناوين منطقية لأجهزة الشبكات المختلفة مثل أجهزة الحاسوب والموجهات وما إلى ذلك بشكل مناسب وأثناء انتقال حزم البيانات من المصدر إلى الوجهة، وما المسار الذي يتم تحديده للحزمة اعتماداً على بروتوكولات التوجيه المختلفة؟ ونوع الكابل الذي سيتم استخدامه أثناء توصيل أجهزة الشبكات المختلفة. كما أنه يمكن التحقق من الاتصال بين أجهزة الشبكات المختلفة عن طريق إجراء العديد من اختبارات الشبكات. ويمكن شرح المفاهيم الأساسية لبروتوكولات الشبكات مثل DNS و DHCP و NAT بسهولة.

كما تُستخدم برامج المحاكاة على نطاق واسع في العمليات التعليمية والبحثية لتطوير واختبار البروتوكولات والخوارزميات الجديدة في حالة الشبكات اللاسلكية، ونظراً لأن نتائج هذه النمذجة يجب أن تكون دقيقة قدر الإمكان، فإن الوثوقية العالية للمحاكاة ضرورية. ويتم الآن

استخدام أدوات المحاكاة لشبكات الاستشعار اللاسلكية بشكل متزايد لدراسة شبكات الاستشعار واختبار التطبيقات والبروتوكولات الجديدة في هذا المجال المتنامي من البحث.

في [Flifel,2011] تم توصيف مثال على استخدام متتبع الحزمة من شركة سيسكو لتصميم المنزل الذكي استنادًا إلى الأجهزة اللاسلكية وأجهزة إنترنت الأشياء مع عرض سيناريوهات الشبكات المختلفة.

كما أنه إلى جانب تدريس المفاهيم الأساسية والنظرية لأمن المعلومات، فإن العامل الرئيسي لأي مادة أمن المعلومات في شبكات الحاسوب هو التدريب العملي في بيئة معملية افتراضية. [Xu,2013]

مقارنة أدوات المحاكاة (Simulation) والمضاهاة (Emulation)

تتنوع أدوات المحاكاة والمضاهاة، وتختلف بشكل كبير من حيث قدراتها ووظائفها، بالإضافة إلى واجهة المستخدم الخاصة بها، والعديد من هذه البرامج هو مملوك لشركات، ولكن هناك أيضًا مجموعة واسعة من المنتجات مفتوحة المصدر. وقد تم في السنوات الأخيرة تطوير العديد من تطبيقات البرامج الجديدة لبيئات شبكات الحاسوب الافتراضية. تناولت الورقة [Seifert,2017] قضايا تقييم أدوات البرمجيات الحديثة لمحاكاة الشبكات لاستخدامها في محاكاة شبكات الحاسوب وفي المشاريع البحثية. ويتم إيلاء اهتمام خاص في عملية التقييم لقابلية التوسع لاستيعاب عدد كبير من الطلاب، وانخفاض التكاليف، وانخفاض وقت التوقف عن العمل والامتثال للمتطلبات التعليمية.

يمكن اعتبار أحد المعايير عند اختيار أداة محاكاة الشبكات مقارنة أداء من خلال تنفيذ نفس إعدادات المحاكاة في العديد من أدوات المحاكاة. تظهر النتائج في

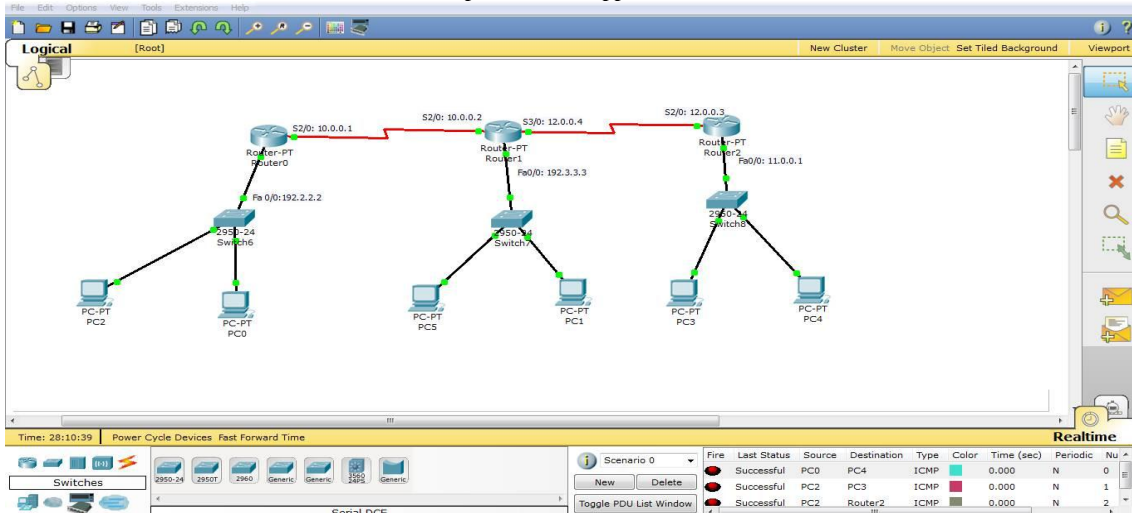
[Karl,2005، Weingarten,2009] اختلافات كبيرة في كل من الأداء في وقت التشغيل واستخدام الذاكرة بشكل عام.

من بين العديد من أدوات البرامج المتاحة للشبكات فإن أداتين منها لهما علاقة مباشرة بأجهزة الحقيقية المستخدمة. الأولى هي متتبع الحزمة من شركة سيسكو Cisco - Packet Tracer و GNS3. [Sari,2018]

متتبع الحزمة من شركة سيسكو Cisco - Packet Tracer

يشتمل محاكي شبكة Packet Tracer على واجهة مستخدم رسومية (GUI) لاستخدام أجهزة الشبكات ومناسب للمستخدمين عديمي الخبرة، كما يشتمل Packet Tracer على محاكاة رسومية ومحلل أثر، مما يتيح مراقبة كل حزمة وكيفية انتقالها عبر الشبكات. ومع ذلك، قد يعتبر المستخدمون المتقدمون أنه محدود في تنفيذه لبعض الخدمات، مثل DNS وتوجيه البث المتعدد [Trabelsi,2019].

تحدد بروتوكولات التوجيه مثل OSPF و RIP و EIGRP و OPNET طرق الاتصال بين أجهزة التوجيه المستخدمة في ربط الشبكات، ولكل بروتوكول ميزة خاصة به لتوجيه الحزمة، لهذا الغرض، يمكن لـ Cisco Packet Tracer إنشاء شبكة باستخدام عدد مختلف من المقاطع المترابطة بواسطة المحولات. يمكن أيضاً تكوين توجيه الحزمة الثابت والديناميكي بين أجزاء الشبكات.



الشكل 1. محاكاة بروتوكول EIGRP باستخدام Packet Tracer

باستخدام Cisco Packet Tracer، إذا قام الطلاب بالتبديل إلى وضع المحاكاة الخاص بعرض مسار الحزمة وأرسلوا حزمة بيانات من جهاز شبكة إلى آخر، فسيعرض البرنامج بشكل مرئي حركة الحزمة بين أجهزة التوجيه وأجهزة الشبكات. إذا تعذر إرسال حزمة البيانات في خطوة ما إلى أبعد من ذلك، فسيعرضها البرنامج بشكل مرئي.

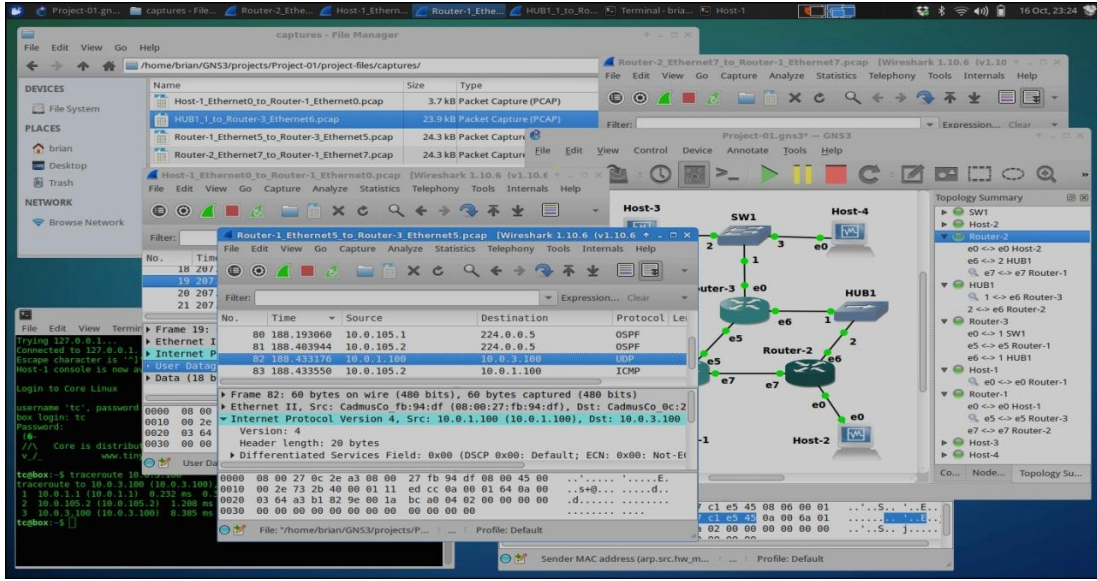
باستخدام Packet Tracer 7.3، يمكن تطوير نموذج منطقي للبنية التحتية للشبكة الكلاسيكية وإضافة نصوص لمنصة إنترنت الأشياء في Python، والتي تحدد خوارزميات تشغيل المستشعرات و إنترنت الأشياء الذكية (IoT). ملفات التكوين والبرامج النصية التي تم إنشاؤها والتي يمكن استخدامها لشبكة حقيقية دون تصحيح إضافي.

أحد الخيارات لمزيد من التطوير لدورة نمذجة شبكات الحاسوب هو الجمع بين إمكانيات برنامج Cisco Packet Tracer مع منصة Moodle [Moodle] للتعلم الإلكتروني. واجهة برمجة التطبيقات لنظام التعلم الإلكتروني هذا مفتوحة ويمكن لمطوري الطرف الثالث توسيع

وظائفه عن طريق كتابة وحدات إضافية. على وجه الخصوص، تم وصف وحدة PTActivity التي تدمج Cisco Packet Tracer مع منصة Moodle في [Petcu,2013].

Graphical Network Simulator-3 GNS3.

GNS3 [GNS3] هو برنامج مضاهاة مجاني للشبكات مفتوح المصدر ومتعدد المنصات. يسمح GNS3 محاكاة الشبكات المعقدة وهو دقيق تمامًا بسبب ارتباطه ببرنامج خارجي مثل Dynamips و Dynagen (واجهة أمامية تستند إلى نص لـ Dynamips) و QEMU (محاكي عام للآلة ومفتوح المصدر و Virtualizer) و VirtualBox [VirtualBox] (برنامج افتراضي مجاني). بالإضافة إلى ذلك، يتكامل GNS3 مع أداة التقاط وتحليل حزم Wireshark [Wireshark] مما يتيح التقاط ومراقبة تتبع الشبكات. و يوضح المثال في الشكل 2، كيفية إعداد التقاط البيانات في GNS3، في هذا المثال ، لدينا واجهة متصلة بجهاز تبديل وواجهة متصلة بجهاز توجيه، والتي يتم محاكاتها بواسطة جهاز افتراضي VirtualBox. عند بدء التقاط البيانات على واجهة في GNS3 ، يتم التقاط الحزم وكتابتها في ملف في مجلد مشروع GNS3. ويمكن بدء التقاط البيانات على واجهات متعددة في سيناريو المحاكاة ، وبعد ذلك ، عندما يحين الوقت المناسب ، يمكن عندئذ بدء Wireshark وتحليل الحزم التي تم التقاطها. [Brain]



شكل 2. تكامل GNS3 مع أداة التقاط وتحليل حزم Wireshark [Brain]

يتناول الباحثون في [Tagliacane,2016] عرض متغيرات المحاكاة لنفس تكوينات الشبكات في برنامجي GNS3 و Cisco Packet Tracer. في هذه الدراسة، تمت مقارنة البرنامج وفقاً لمعايير مختلفة، وتم تحديد مزاياها وعيوبها اعتماداً على الأهداف التي يتم مواجهتها خلال التدريس، واستخلاص استنتاجات حول ميزة برنامج معين أو الحاجة إلى دمجهم في عملية التعلم، تضمنت هذه المعايير:

1. واجهة رسومية تسمح للطلاب بالتفاعل مع الشبكات مباشرةً، على سبيل المثال، النقاط مسار الشبكات، وتحليل رؤوس الحزم، وتغيير إعدادات البروتوكول، وما إلى ذلك، تماماً كما يفعل مشغل الشبكات عادةً.
2. القدرة على إنشاء أنماط معمارية تحاكي الشبكات اللاسلكية وإنترنت الأشياء (IoT).
3. واقعية المنصة قدر الإمكان وقربها مما هو مستخدم فعلياً في العالم الحقيقي، بحيث يمكن للطلاب ربط الخوارزميات والبروتوكولات التي تم تعلمها في المحاضرات بسهولة.

4. متطلبات البرامج المنخفضة لموارد النظام

إن استخدام الأدوات التعليمية الافتراضية في المعامل التي تتيح تكوين شبكة افتراضية مماثلة لشبكة حقيقية، يبسط تعلم شبكات الحاسوب مقارنة بأساليب التدريس التقليدية، ويمكن للطلاب الوصول إلى أجهزة الشبكات الافتراضية في أي وقت دون التسبب في أي ضرر للأجهزة. وقد أظهرت نتائج استبيانات الطلاب التي أجريت في [Rashid,2019] عند نهاية المواد العملية في محاكاة الشبكات، إن استخدام الأدوات التعليمية الافتراضية ساعدهم على فهم المفاهيم الأساسية لشبكات الحاسوب من خلال الممارسة العملية، وليس فقط دراسة مصطلحات مجردة.

ويرى بعض المختصين أنه من الأفضل أن يقتصر استخدام المعدات الحقيقية في الحالات البسيطة بينما يتم استخدام الأدوات التعليمية الافتراضية في الحالات الأكثر تعقيداً، مما يزيد من مزايا كلا النهجين [Montero,2017] [Ka Ching Chan,2012]. بطبيعة الحال، فإن السؤال الذي يطرح نفسه حول الاختيار الأمثل لمنصة لتعليم الطلاب، والإجابة تعتمد إلى حد كبير على حالة الاستخدام المحددة.

3. الخلاصة

هناك العديد من الفوائد والمزايا لاستخدام المحاكاة (Simulation) والمضاهاة (Emulation) في تعلم المفاهيم الأساسية والمهمة لشبكات الحاسوب والتي قد يكون من الصعب فهمها نظرياً. تحتوي أدوات المحاكاة (Simulation) والمضاهاة (Emulation) على الكثير من الميزات لإنشاء معامل متنوعة قائمة على السيناريوهات. يهتم الطلاب كثيراً بتعلم شبكات الحاسوب وبعد القيام بمزيد من التدريبات على تتبع الحزم، يكتسبون الكثير من الثقة للعمل على أجهزة الشبكات في الوقت الفعلي. في واقع الأمر، لا يستطيع الطالب شراء معدات حقيقية، بسبب التكلفة وفرص التسبب في تلف المعدات الحقيقية، وبالتالي فإن المحاكاة

(Simulation) والمضاهاة (Emulation) هي أداة فعالة من حيث التكلفة، مما يعطي شعورًا كما لو كان طالب يعمل في مشروع في الوقت الفعلي. إنها أداة سهلة وسهلة الاستخدام لفهم المفاهيم المختلفة لشبكات الحاسوب.

توضح نتائج العديد من الدراسات التي تناولت تأثير المحاكاة على أداء الطلاب في الامتحانات والابلاغ عن نتائج الاستطلاع على مواقف الطلاب تجاه تمارين المحاكاة ودراسة فعالية المحاكاة في العديد من تخصصات والتي كان الهدف منها وصف تنفيذ المحاكاة وفحص تأثيرها في الفصل الدراسي وتعرض النتائج التجريبية حول التأثير الملحوظ للمحاكاة على تعلم الطلاب بالإضافة إلى مواقف الطلاب. أنه في الفئة المعرفية فإن درجات امتحان الطلاب في الموضوعات التي تغطيها المحاكاة أعلى بكثير مقارنة بالمواد التي لم تستخدم المحاكاة فيها. كما أنه في الفئة السلوكية التي تتعلق بمهارات الطلاب والفئة العاطفية التي تركز على رضا الطلاب، تُظهر استجابات الاستبيانات تأثيرًا إيجابيًا لاستخدام المحاكاة في بناء المهارات والرضا عن المنهج الدراسي.

إن تكوين مكتبة من الوسائل التعليمية وبرمجيات الممارسة التطبيقية التي تحتوي سلسلة من التمارين العملية المصممة بشكل جيد ويعروض تقديمية فعالة يمكن أن تحسن استيعاب الطلاب بشكل كبير. على أن بناء مثل هذه الوسائل هو إستهلاك للوقت وبدلاً من ذلك سيكون من المفيد جدا الاستفادة من أدوات المحاكاة والمضاهاة للشبكات، والتي تختلف بشكل كبير من حيث قدراتها ووظائفها، بالإضافة إلى واجهة المستخدم الخاصة بها. العديد من هذه البرامج هو مملوك لشركات، ولكن هناك أيضًا مجموعة واسعة من المنتجات مفتوحة المصدر.

ومن الأهمية بمكان إنشاء مستودع للواجبات (الفروض) البرمجية والتمرينات العملية الناجحة. حيث أن أحد أكثر النواحي الصعبة في تدريس مناهج شبكات الحواسيب هو وضع فروض وتمرينات عملية جيدة، والوسيلة الأفضل للحصول على مردود من المجهود الذي يتم

استثماره في خلق تمرين جيد هو في تقاسمه مع المؤسسات الجامعية الأخرى وبالتالي يمكن للمحاضرين في هذه الجامعات البحث في المستودع للوصول للتمرينات التي تتوافق مع المنهج المعتمد لديهم واستخدامها.

المراجع

- [ACM2004] Visual Learning in Science and Engineering, ACM SIGGRAPH/Eurographics Workshop on Computer Graphics Education held June 2-5, 2004, in Hangzhou, China.
- [Bloom,1956] Bloom, B., Englehart, N., Furst, E., Hill, W. & Krathwohl, D. (1956). Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain, New York, NY: David McKay.
- [Bodnarova, 2013] A. Bodnarova, V. Sobeslav, J. Horalek, J. Matyska, M. Hatas, M. (2013). Virtual Laboratory. Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA), 2013 IEEE 11th International Conference on. 53-58. Doi: 10.1109/ICETA.2013.6674403
- [brain]<https://www.brianlinkletter.com/2015/10/capture-data-on-open-source-router-interfaces-in-gns3>
- [Ka Ching Chan,2012] Ka Ching Chan, M. Martin (2012). An Integrated Virtual and Physical Network Infrastructure for a Networking Laboratory. Computer Science & Education (ICCSE), 2012 7th International Conference on (2012), 1433-1436. Doi: 10.1109/ICCSE.2012.6295333
- [Coti,2015] Coti C, Loddo J-V and Viennet E 2015 Practical activities in network courses for MOOCs, SPOCs and eLearning with Marionnet Int. Conf. on Information Technology based Higher Education and Training
- [Fishman,1978] G. S. Fishman. Principles of Discrete Event Simulation. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1978.

- [Flifel,2011] Flifel R Kh 2011 The role of packet tracer in learning wireless networks and managing IoT devices // ISecure-ISC Int. J. Of Inf. Sec. 3 SI 11 pp 35–8
- [Gil, 2014] P. Gil, G. Garcia, A. Delgado, R. Medina, A. Calderon P. & Marti (2014). Computer networks virtualization with GNS3: Evaluating a solution to optimize resources and achieve a distance learning. 2014 IEEE Frontiers In Education Conference (FIE) Proceedings. doi:10.1109/fie.2014.7044343
- [GNS3] <http://www.gns3.com>. Accessed: 12 January 2022
- [Hristov, 2013] G. Hristov, P. Zahariev, N. Bencheva, I. Ivanov (2013). Designing the Next Generation of Virtual Learning Environments – Virtual Laboratory with Remote Access to Real Telecommunication Devices. EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), 2013 Proceedings of the 24th, 139-144. Doi: 10.1109/EAEEIE.2013.6576517
- [Kainz,2015] Kainz O, Cymbalak D, Lamer J and et al. 2015 Innovative methodology and implementation of simulation exercises to the Computer networks courses 13th Int. Conf. on Emerging Elearning Technologies and Applications (ICETA) pp 183–8
- [Karl,2005] Karl M 2005 A comparison of the architecture of network simulators NS-2 and TOSSIM Proc. of Performance Simulation of Algorithm and Protocols Seminar Institute of Parallel and Distributed Systems
- [Moodle] Moodle, <https://moodle.org/>. Accessed: 12 January 2022
- [Montero,2017] Montero M, Ma A; Manzano R D 2017 Design and deployment of hands-on network lab experiments for computer science engineers Int. J. of Engineering Educ. 2 SI B 33 pp 855–64
- [Muniasamy,2019] Muniasamy V, Ejlani I M and Anadhavalli M 2019 Student’s performance assessment and learning skill towards wireless network simulation tool–Cisco Packet Tracer Int. J. of Emerging Technologies in Learning (iJET) 14(07) pp 196–208

- [Neto,2007] F. M. Neto, F. V Brasileiro, Advances in computer-supported learning, IGI Global, 2007.
- [Petcu, 2013] D. Petcu, B. Iancu, A. Peculea, V. Dadarlat, E. Cebuc (2013). Integrating Cisco Packet Tracer with Moodle platform: support for teaching and automatic evaluation. Networking in Education and Research, 2013 RoEduNet International Conference 12th Edition, 1-6. Doi: 10.1109/RoEduNet.2013.6714190
- [Rashid,2019] Rashid N A, Othman M, Johan M and Sidek S F H 2019 Cisco Packet Tracer Simulation as effective pedagogy in computer networking course Int. J. of Interactive Mobile Technologies 13(10)
- [Sari,2018] Sari L M I, Hatta P, Wihidayat E S and Xiao F 2018 A comparison between the use of Cisco Packet Tracer and Graphical Network Simulator 3 as learning media on students' achievement J. Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
- [Seifert,2017] Seifert C, Rieger S and Pape C 2017 Realization possibilities for virtual networking labs in higher education courses 13th Annual Int. Conf. on Computer Science and Education in Computer Science (CSECS)
- [Sllame 2013] A. M. Sllame & M. Jafaray (2013). Using Simulation and Modeling Tools in Teaching Computer Network Courses. IT Convergence and Security (ICITCS), 2013 International Conference on, 1-4. Doi: 10.1109/ICITCS.2013.6717895
- [Sun, 2013] L. Sun, J. Wu, Y. Zhang, H. Yin (2013). Comparison between physical devices and simulator software for Cisco network technology teaching. Computer Science and Education (ICCSE 2013), 2013 8th International Conference on. 1357-1360. Doi: 10.1109/ICCSE. 2013.6554134
- [Sundani,2011] Sundani H, Li H, Devabhaktuni V K and Alam M 2011 Wireless sensor network simulators a survey and comparisons Int. J. of Computer Networks 2 pp 249–65

- [Tagliacane,2016] Tagliacane S V, Prasad P W C, Zajko G and et al. 2016 Network simulations and future technologies in teaching networking courses Proc. of the 2016 IEEE Int. Conf. on Wireless Communications, Signal Processing And Networking (WISPNET) pp 644–49
- [Trabelsi,2019] Trabelsi Z and Saleous H 2019 Exploring the opportunities of Cisco Packet Tracer for hands-on security courses on firewalls IEEE Global Engineering Education Conference (Educon) pp 411–8
- [Vijayalakshmi,2016] Vijayalakshmi M, Desai P and Raikar M M 2016 Packet tracer simulation tool as pedagogy to enhance learning of computer network concepts 4th Int. Conf. on MOOCs, Innovation and Technology in Education (MITE)
- [VirtualBox] <https://www.virtualbox.org/>. Accessed:12 January 2022
- [Weingarten,2009] Weingarten E, Lehn H V and Wehrle K 2009 A performance comparison of recent network simulators IEEE International Conference on Communications
- [Welle,2007] M. Welle, Virtual learning environments: .using,choosing, and developing your VLE, Routledge, 2007.
- [Wireshark] <http://www.wireshark.org/>. Accessed: 12 January 2022
- [Xu,2013] L. Xu, D. Huang, W. Tsai (2013). Cloud Based Virtual Laboratory for Network Security Education. IEEE Transactions on Education. 57 (3), 145-150. Doi: 10.1109/TE.2013.2282285