

Nghiên cứu phân tích lựa chọn ngôn ngữ xây dựng phần mềm mô hình toán mô phỏng dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ

Đào Tấn Quy¹
Phạm Thị Hương Lan¹

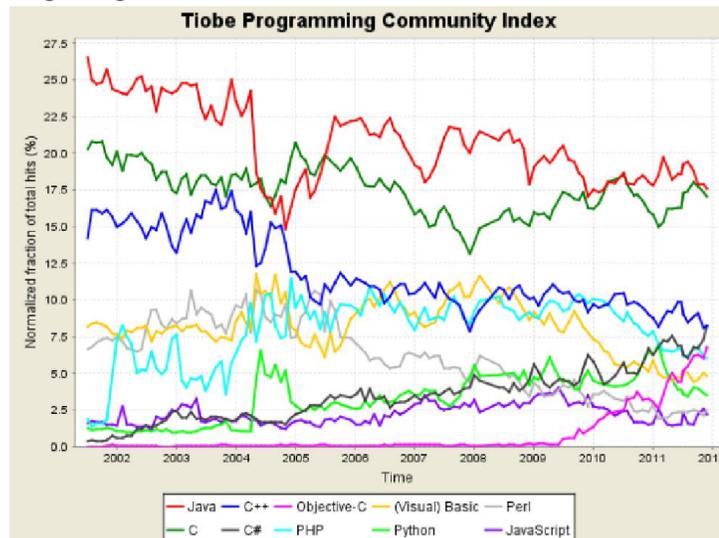
Tóm tắt

Cuộc sống ngày càng hiện đại cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật (KHKT) đặt ra yêu cầu bức thiết về công nghệ và chất lượng sản phẩm cho mọi ngành, mọi lĩnh vực, đặc biệt trong lĩnh vực Thủy lợi. Trong tiến trình phát triển của xã hội, công nghệ thông tin (CNTT) là một trong những ngành đi đầu trong việc đổi mới công nghệ, là ngành đón đầu trên con đường bước vào kỷ nguyên mới - kỷ nguyên phát triển của thế giới CNTT. Nhiều ngôn ngữ lập trình mới xuất hiện và đang phát triển với tốc độ khá nhanh. Bên cạnh đó, cũng nhiều mô hình toán ra đời và cũng được ứng dụng rộng rãi. Trên quan điểm tiếp cận với các ngôn ngữ lập trình để xây dựng một phần mềm chuyên ngành thủy lợi, bài báo đi sâu phân tích việc lựa chọn ngôn ngữ xây dựng phần mềm mô hình toán mô phỏng dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ phục vụ cho việc đào tạo và nghiên cứu khoa học trong các trường Đại học hiện nay.

Từ khóa: Vận chuyển bùn cát; ngôn ngữ lập trình

1. Mở đầu

Hiện nay có rất nhiều dự án công nghệ thông tin ứng dụng vào nhiều lĩnh vực khác nhau của cuộc sống. Do tính chất của từng dự án mà phần mềm có thể được cài đặt bằng các ngôn ngữ lập trình (NNLT) khác nhau. Với một vốn kiến thức rộng về NNLT, những người làm dự án có thể lựa chọn nhanh chóng một NNLT phù hợp với đề án thực tế. Chẳng hạn có thể lựa chọn ngôn ngữ lập trình Java cho các dự án lập trình truyền thông, hay hướng lập trình logic cho các dự án về trí tuệ nhân tạo. Xu hướng phát triển trong khoảng thời gian dài của top 10 ngôn ngữ lập trình được thể hiện trên các đường trong biểu đồ sau.



Hình 1: Xu hướng phát triển của Top 10 ngôn ngữ lập trình trong 10 năm gần đây.

Nguồn: “Các ngôn ngữ lập trình phổ biến theo thống kê 12/2011 (TIOPE)”

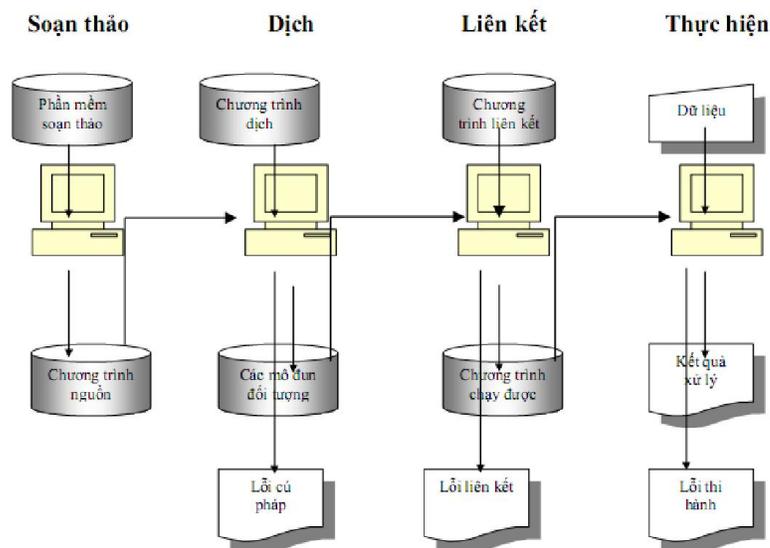
MICROSOFT VISUAL STUDIO là môi trường phát triển tích hợp chính (Integrated Development Environment (IDE) được phát triển từ Microsoft. Đây là một loại phần mềm máy tính có công dụng giúp đỡ các lập trình viên trong việc phát triển phần mềm.

Các môi trường phát triển hợp nhất thường bao gồm:

¹⁾ Trường Đại học Thủy lợi

- Một trình soạn thảo mã (source code editor): dùng để viết mã.
- Trình biên dịch (compiler) và/hoặc trình thông dịch (interpreter).
- Công cụ xây dựng tự động: khi sử dụng sẽ biên dịch (hoặc thông dịch) mã nguồn, thực hiện liên kết (linking), và có thể chạy chương trình một cách tự động.
- Trình gỡ lỗi (debugger): hỗ trợ dò tìm lỗi.
- Ngoài ra, còn có hệ thống quản lý phiên bản và các công cụ nhằm đơn giản hóa công việc xây dựng giao diện người dùng đồ họa (GUI).
- Nhiều môi trường phát triển hợp nhất hiện đại, tích hợp trình duyệt lớp (class browser), trình quản lý đối tượng (object inspector), lược đồ phân cấp lớp (class hierarchy diagram),... để sử dụng trong việc phát triển phần mềm theo hướng đối tượng.

Bài báo trình bày việc ứng dụng MICROSOFT VISUAL STUDIO để phát triển phần mềm trong đó sử dụng ngôn ngữ lập trình C++ để xây dựng phần mềm mô phỏng dòng chảy và bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ. Sơ đồ tổng quát thực hiện công việc xây dựng phần mềm mô phỏng dòng chảy và bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ như sau:



Hình 2: Sơ đồ thực hiện việc xây dựng phần mềm với ngôn ngữ bậc cao

Cụ thể hóa sơ đồ trên qua các bước sau:

Bước 1: Phân tích lựa chọn ngôn ngữ xây dựng phần mềm

Bước 2: Soạn thảo phần mềm dựa trên các phương trình vật lý, toán mô phỏng dòng chảy và bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ.

Bước 3: Biên dịch chương trình và dò tìm, xử lý, gỡ lỗi của chương trình

Bước 4: Thực hiện chương trình, liên kết chương trình (nếu có) và thử nghiệm cho một lưu vực cụ thể.

2. Nguyên lý chung xây dựng sơ đồ thuật toán cho phần mềm mô phỏng dòng chảy và bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ.

Dòng chảy trong sông đều do mưa xuống trên lưu vực tạo thành. Khi mưa rơi xuống đất, một phần tạo thành dòng chảy mặt đổ ra sông, phần còn lại ngấm xuống đất và tạo thành dòng chảy ngầm cung cấp cho hệ thống sông. Sự hình thành dòng chảy mặt sinh ra trong thời gian có mưa. Khi có mưa, lúc đầu do độ ẩm của đất nhỏ, lượng mưa bị ngấm vào đất và không sinh ra dòng chảy. Sau một thời gian kể từ lúc bắt đầu mưa, cường độ thấm giảm đi và trên mặt đất bắt đầu sinh ra dòng chảy mặt. Lượng nước chảy trên mặt lưu vực một phần bị tổn thất do điề ntrũng, một phần bị ngấm xuống đất trong quá trình chuyển động trên bề mặt lưu vực, một phần bị bốc hơi, phần còn lại chảy vào các khe nhỏ và tập trung dần vào các khe lớn hơn và dần dần đổ vào hệ

thông sông suối. Thời gian tập trung nước mưa về hệ thống sông suối khá nhanh, bởi vậy dòng chảy mặt sẽ không còn sau khi mưa kết thúc một khoảng thời gian không dài. Lượng nước mưa ngấm vào đất sẽ bổ sung cho lượng nước ngầm có trong đất, làm cho mực nước ngầm tăng lên. Một phần lượng nước ngầm xuống bị bốc hơi qua mặt đất, một phần mất đi do rễ cây hút. Nước ngầm vận chuyển về hệ thống sông với thời gian tập trung phụ thuộc vào tương quan giữa mực nước sông và mực nước ngầm. Do đó, sự tồn tại dòng chảy ngầm trên hệ thống sông ngòi kéo dài sau một khoảng thời gian khá dài. Đối với các sông nhỏ hoặc khe suối, thời gian duy trì dòng chảy ngầm có thể chỉ một vài tháng, còn các sông lớn dòng chảy ngầm có thể kéo dài cả năm.

Trên lưu vực sông, bề mặt lưu vực thường xuyên chịu tác động của thiên nhiên (khí hậu, địa hình, địa mạo...) và chịu tác động của con người (khai thác rừng, canh tác nương rẫy...) nên bị bào mòn. Đất bị bào mòn sẽ bị giữ lại một phần, một phần được dòng chảy mặt mang đi vào sông suối tạo thành dòng chảy bùn cát.

Các nhân tố ảnh hưởng đến xói mòn và vận chuyển bùn cát trên lưu vực bao gồm:

- Mưa với động năng của hạt mưa làm phá vỡ kết cấu bề mặt của tầng đất. Trong những trận mưa rào, cường độ lớn, tốc độ rơi lớn nhất của mỗi hạt mưa có thể đạt tới 7-8 m/s, vì thế chúng có một năng lượng nhất định. Khi va vào mặt đất, hạt mưa làm bắn ra các hạt đất nhỏ lên cao theo hình phễu, cùng với các tia nước bắn ra và văng ra xa theo đường bán kính đến 50cm. Tác động cơ học của hạt mưa đối với mặt đất càng mạnh khi kích thước của các hạt mưa càng lớn, độ bắn ra xa của các hạt tăng theo hướng xuôi dốc. Kết quả của hiện tượng này là mặt đất trở nên lồi lõm, tầng đất phủ ngày càng mỏng dần. Cũng có khi mưa rơi trên các sườn dốc, đặc biệt ở các sườn dốc trên 35° làm bão hoà tầng phong hoá có kết cấu kém bền vững, được hình thành chủ yếu trên các loại trầm tích bờ rời (diệp thạch, sa thạch...) gây ra hiện tượng sụt lở hoặc trượt chảy đất đá. Tình trạng này thường quan sát thấy trên quốc lộ 6 (đoạn từ Hoà Bình- Lai Châu), Phong Thổ (Lai Châu), Bát Xát (Lào Cai), Bảo Lạc (Cao Bằng), Quỳnh Châu (Nghệ An)... trong suốt thời gian mùa mưa hàng năm...Nước mưa rơi xuống sườn dốc, tạo thành dòng chảy tràn trên mặt dốc đồng thời cuốn trôi các hạt đất trên toàn bộ diện tích có dòng chảy, làm cho tầng đất bị mất đi từng lớp mỏng, hết lớp này đến lớp khác. Đó là quá trình xói mòn mặt. Khi nước mưa tập trung thành từng dòng nhỏ trên mặt dốc, xói mặt đất thành từng rãnh nhỏ, đồng thời cuốn đi các hạt đất mịn lúc đầu dọc theo đáy rãnh. Nói chung các rãnh xói đều chạy thẳng xuống theo dốc, cũng có khi chạy ngoằn ngoèo tạo thành một mạng lưới phức tạp. Các rãnh xói lúc đầu cạn và nông, sau rộng và sâu dần đến một mức độ nào đó phần lớn các hạt chuyển sang trạng thái lơ lửng và dòng nước từ chảy tầng sang chảy rối. Kích thước rãnh phụ thuộc đặc tính đất trên mặt dốc, độ dốc của sườn. Đó là xói mòn rãnh. Đây là nguồn chính cung cấp cát bùn trong sông ngòi. Ở nước ta, quá trình xói mòn diễn ra chủ yếu dưới hai hình thức xói mòn mặt và rãnh. Tại Tây Bắc, chỉ cần lượng mưa trên 10mm hoặc cường độ mưa 0,1mm phút đã có thể xuất hiện dòng chảy mặt và gây ra xói mòn. Trung bình hàng năm, tầng đất mặt bị bào mòn từ 1,5-3 cm tức là cứ 1 ha mất khoảng 200-400 tấn đất. Nói chung, khi mưa càng lớn, cường độ mưa càng cao thì lượng dòng chảy mặt càng lớn và lượng đất cuốn trôi càng nhiều.

- Thảm phủ thực vật trên sườn dốc trước tiên ngăn cản không cho hạt mưa rơi tác động trực tiếp vào lớp đất mặt, giảm tác dụng phá hoại kết cấu tầng đất của hạt mưa. Tán lá cây có khả năng giữ lại một lượng nước mưa nhất định, khoảng 13-14% rồi bốc hơi. Tại những sườn dốc có cây che phủ, do lá cây thổi rữa, do sự hoạt động của bộ rễ cây, tầng đất mặt thường được phủ một lớp mùn dày có khả năng thấm và giữ nước rất cao làm cho lượng dòng chảy mặt và tốc độ nước chảy giảm rõ rệt, do đó năng lượng bào mòn và lượng xói mòn giảm đi. Nói chung lượng xói mòn sườn dốc dù chỉ có một lớp cỏ che phủ cũng có thể giảm nhỏ một vài lần so với sườn dốc không có cây cối. Trên sườn dốc 25° , tốc độ dòng chảy ở chỗ không có lá cây phủ mặt lớn gấp 29 lần ở nơi có lá phủ. Rừng cũng có tác dụng hạn chế quá trình bào mòn của gió. Tương tự như với

trường hợp tốc độ gió mạnh có thể giảm tới 1-5% ngay cả sườn dốc đến 30° có thực vật phát triển tốt. Nhìn chung những sườn dốc có độ che phủ cao, từ 0,6 trở lên, quá trình xói mòn diễn ra không đáng kể, ngay cả sườn dốc đến 30° (Độ che phủ là tỷ số diện tích được tán lá che khuất với toàn bộ diện tích).

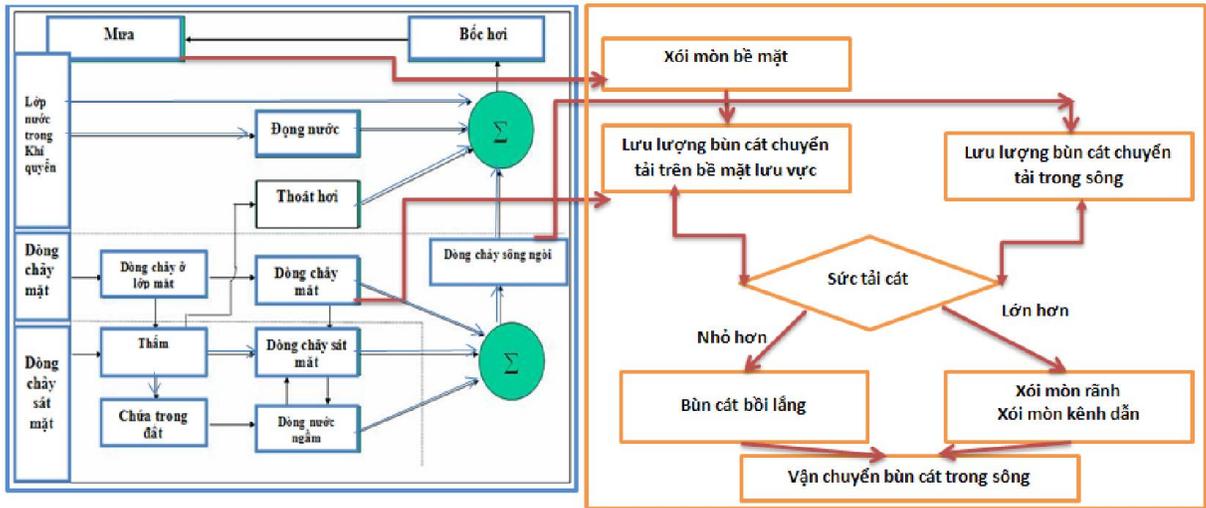
- Ảnh hưởng của độ dốc được thể hiện qua các đặc điểm về hướng dốc và hình dạng, độ lớn và chiều dài sườn dốc. Hướng dốc khác nhau thu nhận được ánh nắng mặt trời khác nhau nên mức độ phong hoá bởi nhiệt độ khác nhau. Hướng dốc cũng có ảnh hưởng lớn đến lượng mưa và do đó ảnh hưởng đến sự phát triển của thảm phủ. Ở sườn đón gió thịnh hành mang ẩm, lượng mưa nhiều hơn, tạo điều kiện thuận lợi hơn cho sự phát triển của rừng cây so với hướng khuất gió. Vì thế lượng xói mòn ở hai phía sườn dốc sẽ rất khác nhau. Có ba loại hình dáng mặt dốc: mặt dốc lồi, thẳng và lõm. Nói chung, lượng xói mòn trên mặt dốc lồi và thẳng cao hơn mặt dốc lõm. Trong trường hợp mà nối tiếp các mặt dốc lồi hay mặt dốc thẳng là thung lũng sông suối, thì các sản phẩm xói mòn trên mặt dốc sẽ được đưa trực tiếp vào lưới sông suối, tạo thành dòng chảy cát bùn. Nói chung, quá trình xói mòn bắt đầu phát sinh trên sườn dốc 2-3° và tăng nhanh từ 5° trở lên. Nếu các điều kiện khác như nhau, thì độ dốc càng tăng, tốc độ xói mòn của dòng chảy trên mặt dốc càng lớn. Khi tốc độ dòng chảy tăng hai lần - sức bào mòn tăng gấp 4 và khối lượng đất bị cuốn đi tăng gấp 32 lần; kích thước hạt đất bị cuốn đi có thể tăng 64 lần.

- Đất là đối tượng của quá trình xói mòn. Đất được cấu tạo do quá trình phong hoá các loại nham thạch gốc, có thành phần và các tính chất hoá lý khác nhau. Vì thế, các loại đất khác nhau có khả năng chống xói mòn khác nhau. Quyết định khả năng chống xói mòn của đất là những đặc tính vật lý của nó : khả năng thấm nước, khả năng giữ ẩm và đặc biệt là hàm lượng các hạt có đường kính nhỏ hơn 0,01mm (hạt mịn). Nói chung, đất nhiều mùn, xốp có khả năng thấm và giữ nước cao có khả năng tốt chống lại hoạt động xói mòn của mưa và dòng chảy mặt. Ngược lại, tầng đất ít chất hữu cơ, hạt thô kết cấu kém, rời rạc, không có khả năng giữ nước, dễ bị bào mòn và cuốn trôi.

- Hoạt động kinh tế của con người có ảnh hưởng mạnh mẽ đến cường độ xói mòn và làm cho nó có thể thay đổi rất lớn so với quá trình tự nhiên. Do tác động của con người, quá trình xói mòn sườn dốc có thể giảm hoặc tăng lên. Cụ thể như sau: Tiến hành khai thác rừng không hợp lý, cùng với sự phát triển nương rẫy bừa bãi trên các sườn dốc để trồng các loài thực vật có thời gian ngắn (dưới 1 năm), kể cả trên sườn dốc có độ dốc trên 25° dẫn đến việc huỷ diệt lớp phủ thực vật, phá vỡ cấu trúc tầng đất, phơi đất cho nắng mưa, gió trực tiếp phá hoại sẽ làm tăng đáng kể lượng xói mòn. Ngược lại, việc trồng rừng cùng với việc áp dụng các biện pháp sản xuất hợp lý kết hợp với những phương thức chống xói mòn đã làm giảm đáng kể lượng xói mòn sườn dốc. Theo các kết quả nghiên cứu ở Liên Xô và Mỹ, sự xói mòn trên sườn dốc bị cây xới có thể lớn hơn hàng trăm lần so với các sườn dốc có lớp phủ thực vật tự nhiên hay lớp phủ thực vật được cấy trồng. Việc cấy xới trồng cây ngang theo đường bình độ và cấy xới dọc có ảnh hưởng rất khác nhau đến quá trình xói mòn sườn dốc. Cày xới trồng trọt ngang dốc làm tăng khả năng thấm nước, giữ nước, giảm nhỏ tốc độ dòng chảy trên sườn dốc và do đó làm giảm lượng xói mòn. Thí nghiệm cho thấy, lượng đất bị bào mòn trong trường hợp cày xới ngang dốc giảm đến 20 lần so với cày xới dọc dốc.

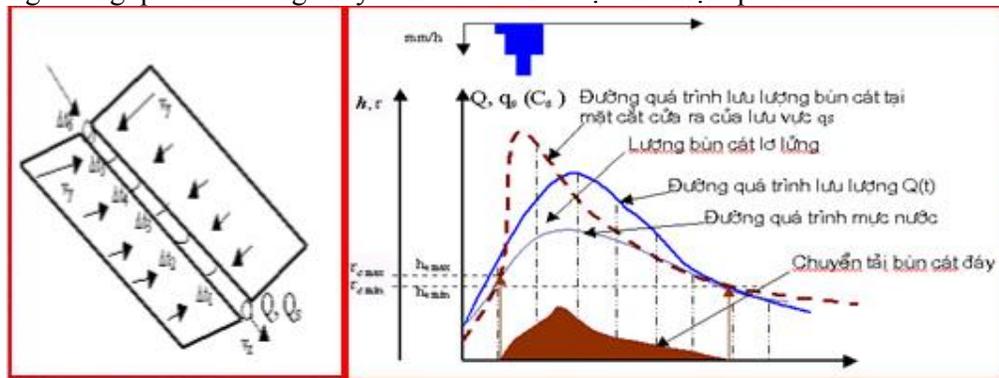
Theo hình thức vận động của bùn cát, có thể chia ra 2 loại: Bùn cát lơ lửng là bùn cát cuốn theo dòng nước ở trạng thái lơ lửng và bùn cát đáy là loại bùn cát lăn chuyển ở đáy dòng sông. Giữa dòng chảy sông ngòi và bùn cát có quan hệ chặt chẽ với nhau. Vào mùa lũ Q lớn thì bùn cát nhiều, vào mùa kiệt Q nhỏ thì bùn cát ít.

Sơ đồ hình thành dòng chảy và bùn cát trên lưu vực được mô phỏng trong hình vẽ sau:



Hình 3: Sơ đồ hình thành dòng chảy và bùn cát trên lưu vực

Mô phỏng đường quá trình dòng chảy bùn cát trên lưu vực thể hiện qua hình vẽ sau:



Hình 4: Mô phỏng đường quá trình dòng chảy bùn cát trên lưu vực

3. Phân tích lựa chọn ngôn ngữ xây dựng sơ đồ khối phục vụ việc xây dựng phần mềm mô phỏng dòng chảy và bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ.

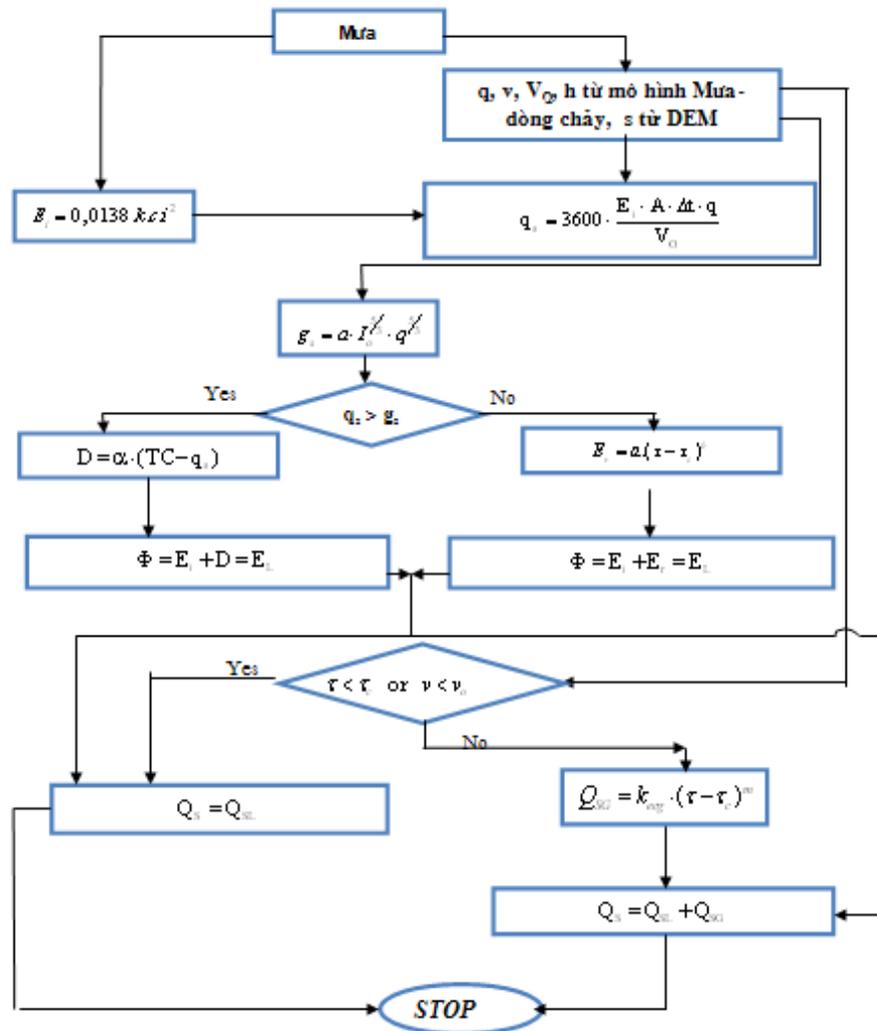
Ngôn ngữ lập trình C++ được biết đến như là một trong những ngôn ngữ lập trình mạnh nhất nhờ khả năng của nó trong việc triển khai phần mềm ở các mức độ khác nhau. Từ mức hệ thống đến mức ứng dụng; từ lập trình cấu trúc đến lập trình hướng đối tượng, từ lập trình dựa trên thuật giải đến lập trình trí tuệ nhân tạo, và từ lập trình cơ sở dữ liệu đến lập trình cơ sở tri thức..., bất cứ đâu, khi mà người lập trình muốn thể hiện ý tưởng khoa học và nghệ thuật của mình trên máy tính thì C++ là một trong những ngôn ngữ được nghĩ đến trước tiên. Microsoft Visual C++, sản phẩm của Microsoft, với khả năng biên dịch ưu việt và lối khai thác hệ thống rộng mở nhờ tập hợp lớp thư viện MFC cho C++ có đầy đủ các tiện ích giúp dễ dàng tiếp cận theo kiểu menu của sổ Windows phục vụ cho ứng dụng của mình.

Chúng tôi chọn ngôn ngữ VC++ để lập trình xây dựng phần mềm mô phỏng dòng chảy và bùn cát trên lưu vực với lý do ngôn ngữ VC++ rất mạnh trong việc hỗ trợ các lớp thư viện được dùng sẵn. Có bốn cơ sở cho các ứng dụng xây dựng bằng ngôn ngữ VC++, đó là:

- Tạo một cửa ứng dụng dễ dàng.
- Các lớp MFC đã cung cấp rất nhiều lớp được xây dựng sẵn trên Window.
- VC++ trên MFC giúp rút ngắn thời gian lập trình phát triển, chương trình các ứng dụng không bị làm giảm tính mềm dẻo hỗ trợ bởi các công nghệ phát triển như ActiveX hay Internet.
- Hỗ trợ truy cập cơ sở dữ liệu qua OLE DB và ADO hỗ trợ lập trình qua mạng Window socket. Cho phép tạo các thành phần giao diện như những trang thuộc tính.

- Khi lập trình trên VC++ với MFC ta chỉ phải xây dựng lớp mới kế thừa từ các lớp có sẵn của MFC. Việc xử lý sẽ được ánh xạ và định nghĩa thành các phương thức của các lớp tương ứng.

Trên cơ sở lựa chọn ngôn ngữ lập trình nêu trên, tiến hành soạn thảo phần mềm bằng ngôn ngữ lập trình VC++ dựa trên nguyên lý chung xây dựng sơ đồ thuật toán cho phần mềm mô phỏng dòng chảy và bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ. Sơ đồ khối tính toán dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực được thể hiện trong hình vẽ 5, trong đó E_i là lượng bùn cát do xói mòn bề mặt lưu vực ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$), E_r là lượng bùn cát do xói mòn rãnh ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$), q_s là lưu lượng bùn cát (kg/s.m), g_s là sức tải cát (kg/s.m), D là lượng bùn cát bị bồi lắng (kg/s.m).



Hình 5: Sơ đồ khối tính toán vận chuyển bùn cát trên lưu vực

Với từng môđun tính toán, chúng tôi tiến hành xây dựng các lớp MFC trên VC++ để xây dựng phần mềm mô phỏng dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực. Phần mềm mô phỏng dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực và ứng dụng cho một lưu vực nhỏ sẽ được giới thiệu trong bài báo tới, trong khuôn khổ bài báo này chỉ giới thiệu phân tích việc lựa chọn ngôn ngữ xây dựng phần mềm mô hình toán mô phỏng dòng chảy và vận chuyển bùn cát trên lưu vực vừa và nhỏ.

4. Kết luận

Để mô phỏng dòng chảy trên lưu vực và quá trình vận chuyển bùn cát, hiện nay trên thế giới đã sử dụng các công cụ mô hình toán để mô phỏng, đó là các mô hình thủy văn và các mô hình mô phỏng sự vận chuyển bùn cát. Tuy nhiên các mô hình mô phỏng vận chuyển bùn cát chủ yếu mô phỏng trên kênh dẫn, chưa mô phỏng cụ thể quá trình vận chuyển bùn cát trên bề mặt lưu vực đến

kênh dẫn, một số mô hình như mô hình SWAT có quá nhiều thông số, số liệu đầu vào cần chi tiết, bao gồm số liệu về thảm phủ, số liệu thổ nhưỡng, hệ thống canh tác... Mô hình HEC – HMS không mô phỏng vận chuyển bùn cát trên lưu vực... Vì vậy việc tiếp cận những ngôn ngữ máy tính để xây dựng một phần mềm tính toán mô phỏng dòng chảy trên lưu vực và vận chuyển bùn cát là cần thiết và cấp bách, trên cơ sở đó có thể ứng dụng vào một lưu vực cụ thể của Việt Nam, với giá thành rẻ.

5. Tài liệu tham khảo

1. Giáo trình ngôn ngữ lập trình của ThS. Nguyễn Văn Linh trường Đại học Cần Thơ
2. Quy trình xây dựng phần mềm – Giáo trình môn học Công nghệ phần mềm – Trường Đại học công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh.
3. ENGELUND, F. (1981) Transport of Bed Load at high Shear Stress. ISVA, Techn. Univ. Denmark, Progress Rep. 53
4. PEDERSEN, C. (1994) Numerical Simulation of Sediment Transport due to Plunging Breakers. ISVA Series Paper No. 58.
5. Giesecke, J., Mosonyi, E. (1998): Wasserkraftanlagen, Planung, Bau und Betrieb, Zweite, überarbeitete Auflage, Springer Verlag, Berlin.

Abstract

Study on analyzing and choosing the programming language for developing a software to simulate runoff and sediment transportation in small and medium- sized basin

Modern life and the development of science and technology have given the urgent requirements on technology and quality products to all fields including water resources. During the process of social development, information technology is regarded as one of the leading sectors in technological innovation on the way to the new era - the era of information technology. There appear many programming languages which are spreading widely. In addition to this, a lot of mathematical models are written and widely used. The article aims at analyzing and choosing the programming language for developing a software to simulate runoff and sediment transportation in small and medium- sized basin which is useful for the training and scientific research in universities.

Keyword: *Sediment transport; programming*