

TÍNH TOÁN VÀ HIỂN THỊ MẠCH MÁU TRONG MÁY SIÊU ÂM DOPPLER MÀU

NGUYỄN QUỐC PHONG,
NGUYỄN MINH KHẢI

Công ty Cổ phần Công nghệ AMEC

Bằng việc áp dụng các công thức toán học và các kỹ năng lập trình, thiết kế mạch, các nhà khoa học thuộc Công ty Cổ phần Công nghệ AMEC đã làm chủ được công nghệ tính toán chỉ thị Doppler màu trong thiết kế chế tạo máy siêu âm Doppler màu, phục vụ chẩn đoán trong y tế.

Doppler màu - Công nghệ đột phá trong chẩn đoán hình ảnh

Hiệu ứng Doppler là một hiệu ứng vật lý, trong đó tần số và bước sóng của các sóng âm hay các sóng nói chung bị thay đổi khi nguồn phát sóng chuyển động tương đối với vị trí quan sát. Doppler liên tục là kỹ thuật mà sóng siêu âm được phát và thu liên tục, do hai cặp tinh thể, một tinh thể phát và một tinh thể thu sóng siêu âm. Trong chẩn đoán, Doppler xung là kỹ thuật trong đó việc phát và nhận sóng siêu âm được thực hiện xen kẽ nhau. Ưu điểm của kỹ thuật này là khả năng cung cấp dữ liệu Doppler được lựa chọn từ các phần tử nhỏ dọc theo các tia siêu âm. Một xung siêu âm được truyền tới các mô sau một khoảng thời gian X, sau đó phản xạ trở lại



Máy siêu âm màu của AMEC

bởi hồng cầu di chuyển. Sóng phản xạ này truyền trở lại bộ thu phát cũng sau khoảng thời gian X nhưng tần số bị dịch đi. Tổng thời gian truyền nhận là 2X. Nhược điểm lớn nhất của Doppler xung là không đo được chính xác vận tốc các dòng máu có tốc độ cao, ví dụ như trong các bệnh về van và tim bẩm sinh. Doppler màu với việc tạo ảnh dòng chảy theo màu là một trong những đột phá công nghệ to lớn của chẩn đoán hình ảnh. Bằng việc cung cấp ảnh màu chuyển động có vùng theo dõi mạch máu động đã cho phép tìm ra các tia hẹp và mạch bất thường bị bỏ sót trước đây như rò van tim, tắc mạch. Máy siêu âm Doppler màu hiển thị đồng thời ảnh siêu âm B-mode các bộ phận trong cơ thể và dữ liệu Doppler mạch máu như vận tốc và hướng theo

thời gian thực. Do vậy, nó đã trở thành thiết bị chẩn đoán thiết yếu và được ứng dụng rất hiệu quả trong ngành y tế. Với máy siêu âm Doppler màu, để làm chủ được công nghệ đòi hỏi kỹ năng thiết kế mạch đo lường điều khiển và kỹ năng lập trình áp dụng các công thức tính toán xử lý nhanh, ổn định, hiệu quả. Trong đó, quan trọng nhất là xác định được công thức tiêu biểu để tính toán và chỉ thị mạch máu trong máy siêu âm Doppler màu.

Tính toán và hiển thị mạch máu trong máy siêu âm Doppler màu

Máy siêu âm Doppler màu bao gồm các khối cơ bản như: khối xử lý trung tâm và giao diện, khối điều khiển và truyền nhận tạo hình chùm tia, khối các đầu dò và mạch ghép nối. Chùm tia siêu âm được điều khiển phát ra từ đầu dò, đồng thời đầu dò cũng nhận tín hiệu siêu âm phản xạ về để các mạch điện tử xử lý. Tín hiệu nhận được từ đầu dò được chia thành ba mục tiêu sau: một dùng để xây dựng thang xám ảnh B-mode; một dùng để tính toán thông tin dòng chảy từ dữ liệu Doppler bằng cách sử dụng bộ phân tích tự tương quan; một dùng cho các đo lường Doppler truyền thống. Dưới đây xin đi sâu vào các công thức được sử dụng trong tính toán và hiển thị mạch máu.

Tần số siêu âm tại một thời điểm được định nghĩa theo pha như sau: $f_i = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial \phi}{\partial t}$

Với trường hợp Doppler liên tục, tín hiệu Doppler sau khi lấy mẫu có thể được kết hợp thành $v_D(t) = A \exp[-i(2\pi f_0 \delta_D t + \text{constant})]$

và có tần số tức thời:

$$f_i = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial \phi}{\partial t} = \frac{1}{2\pi} \frac{\partial (2\pi f_0 \delta_D t + \text{constant})}{\partial t} = \delta_D f_0$$

Trong trường hợp tổng quát, có nhiều tần số được bao hàm, do vậy cần phải tính gần đúng cho các trường hợp riêng biệt cần thiết cho ảnh siêu âm màu và tính tần số trung bình cho n mẫu. Nếu số mẫu n được lấy lặp đi lặp lại với cùng độ sâu thì mỗi mẫu có thể được chuyển thành một cặp $I(nT_{PRF})$ và $Q(nT_{PRF})$ thông qua phép xử lý cầu phương. Thành phần I/Q xác lập sự liên quan đến phép chiếu của biểu diễn pha hoặc vectơ tương ứng với biên độ và

góc. Với tập hợp mẫu trên, một đường bao $A(nT_{PRF})$ được xác định từ căn bậc hai tổng các bình phương. Khi đó, pha tức thời sẽ là $\phi(n) = \arctan[Q(n)/I(n)]$

Trường hợp liên tục, sự dịch pha được tính: $\frac{d\phi}{dt} = \frac{I(t)dQ(t)/dt - Q(t)dI(t)/dt}{I^2(t) + Q^2(t)}$

và tần số tức thời gần đúng được tính:

$$\bar{f} \approx \frac{1}{2\pi T_{PRF}} \frac{\sum_{n=1}^N I(n)Q(n-1) - Q(n)I(n-1)}{\sum_{n=1}^N I^2(n) + Q^2(n)}$$

trong đó, chỉ số n tương ứng với từng pha riêng trong chuỗi thời gian.

Một phép ước lượng tần số trung bình đơn giản hơn đó là tính gần đúng tần số tức thời bằng cách thay đổi pha từ mẫu này sang mẫu khác như sau:

$$\bar{f} \approx \frac{\Delta \phi}{2\pi \Delta T} = \frac{1}{2\pi T_{PRF}} \sum_{n=1}^N \{ \arctan[Q(n)/I(n)] - \arctan[Q(n-1)/I(n-1)] \}$$

Biểu diễn hình học của phép tính gần đúng trên là đường tiếp tuyến của các sai khác giữa các pha có thể được sử dụng để xác định tần số trung bình thông qua phép lấy gần đúng của tổng các tiếp tuyến này:

$$\bar{f} \approx \frac{1}{2\pi T_{PRF}} \arctan \left[\frac{\sum_{n=1}^N I(n)Q(n-1) - Q(n)I(n-1)}{\sum_{n=1}^N I(n)Q(n-1) + Q(n)I(n-1)} \right] \quad (2.1)$$

Công thức (2.1) liên hệ tới sự tự tương quan thông qua một định nghĩa khác của tần số trung bình trong điều kiện phổ năng lượng $P(f)$. Xét một hàm tương quan có liên quan đến công thức trên:

$$R(\tau) = v(\tau) * v^*(-\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} v(u) v^*(u-\tau) du \quad (2.2)$$

Hàm này lại có quan hệ với phổ năng lượng thông qua biến đổi Fourier

$$R(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} V(f) V^*(f) e^{i2\pi f \tau} df = \int_{-\infty}^{\infty} |V(f)|^2 e^{i2\pi f \tau} df$$

trong đó phổ năng lượng $P(f) = |V(f)|^2$. Tần số trung

bình có thể được xác định từ biến đổi Fourier:

$$\bar{f} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} fP(f)df}{\int_{-\infty}^{\infty} P(f)df} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} i2\pi fP(f)df}{i2\pi \int_{-\infty}^{\infty} P(f)df} = \frac{-i}{2\pi} \frac{dR(0)}{dt}$$

và giá trị gần đúng $\bar{f} = \frac{1}{2\pi} \frac{d\phi}{dt} \approx \frac{\phi(T_{PRF})}{2\pi(T_{PRF})}$ (2.3)

trong đó f là pha của hàm tự tương quan vì $R(\tau) = |R(\tau)| \exp[i\phi(\tau)]$

Như vậy, hàm tự tương quan theo định nghĩa bởi công thức (2.2) là tích phân của N chuyển đổi

$$R(T_{PRF}, t) = \int_{t-NT_{PRF}}^{\tau} v(t)v^*(t-T_{PRF})dt$$

Do vận tốc $v(t) = I(t) + iQ(t)$, phép tích phân trở thành:

$$R(T_{PRF}, t) = \int_{t-NT_{PRF}}^{\tau} [v_{REAL}(t, T_{PRF}) + iv_{IMAG}(t, T_{PRF})]dt \quad (2.4)$$

$$\text{trong đó } v_{REAL}(t, T_{PRF}) = I(t)I(t-T_{PRF}) + Q(t)Q(t-T_{PRF}) \quad (2.5)$$

$$v_{IMAG}(t, T_{PRF}) = I(t-T_{PRF})Q(t) - I(t)Q(t-T_{PRF}) \quad (2.6)$$

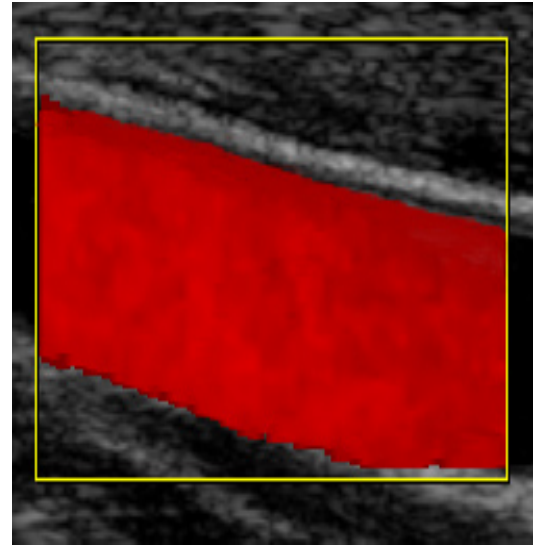
Các công thức (2.4), (2.5), (2.6) được sử dụng để tính vận tốc. Các công thức ở trên đều thực hiện nhanh, ổn định, hiệu quả và được thực thi trong phần cứng cũng như các bộ xử lý tín hiệu số DSP.

Trong việc lập trình tính toán thông số và hiển thị trên màn hình, chế độ Doppler màu cung cấp thông tin thời gian thực về máu lưu thông trong mạch, cho biết có máu lưu thông hay không và tốc độ lưu thông máu trong vùng theo dõi. Vùng theo dõi được đánh dấu bằng đường bao màu vàng trên màn hình hiển thị, tùy theo loại đầu dò là Linear hay Convex mà đường bao này có hình chữ nhật hay hình quạt.

Màu sắc trong chế độ Doppler màu chỉ thị vận tốc và hướng chảy của dòng máu. Thanh màu được sử dụng để quy chiếu giá trị vận tốc, ở giữa thanh màu có một đường phân cách. Các màu ở phía trên đường phân cách chỉ thị hướng dòng chảy về phía



Thanh màu



Siêu âm Doppler màu

đầu dò, các màu ở phía dưới chỉ thị hướng dòng chảy ra xa đầu dò. Ở hai đầu của thanh màu hiển thị giá trị biên của đại lượng hiển thị. Giá trị phía dưới là giá trị âm, biểu thị dòng chảy hướng ra xa đầu dò. Độ đậm nhạt của màu hiển thị có thể thay đổi được bằng cách thay đổi hệ số khuếch đại màu.

*
* *

Thiết bị chẩn đoán hình ảnh đòi hỏi việc đo lường, điều khiển và tính toán xử lý nhanh, ổn định, hiệu quả. Công ty Cổ phần Công nghệ AMEC đã áp dụng thành công các công thức toán học kết hợp với kỹ năng thiết kế mạch và lập trình, làm chủ được công nghệ tính toán chỉ thị Doppler màu trong thiết kế chế tạo máy siêu âm Doppler màu, phục vụ chẩn đoán trong y tế. Đây cũng là mục tiêu của đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu chế tạo máy siêu âm Doppler màu chẩn đoán trong y tế” do AMEC chủ trì thực hiện, dự kiến hoàn thành trong tháng 6.2014. Đề tài cũng hướng tới việc hoàn thiện và đưa ra được quy trình sản xuất thử nghiệm máy siêu âm Doppler màu chuẩn bị cho sản xuất hàng loạt để cung cấp cho các cơ sở y tế ■

Hải Phòng: **KH&CN là nền tảng và động lực để đổi mới mô hình tăng trưởng**

NGUYỄN VĂN AN

Sở KH&CN Hải Phòng

GDP bình quân giai đoạn 2003-2012 tăng 11%, thu nhập bình quân đầu người năm 2013 đạt hơn 2.000 USD; cơ cấu kinh tế chuyển dịch đúng hướng, tỷ trọng dịch vụ và công nghiệp chiếm gần 90%, dịch vụ cảng biển phát triển nhanh; thu hút FDI tăng nhanh (năm 2013 vốn FDI đăng ký đứng thứ 3 cả nước)... Đó là những thành công trong phát triển kinh tế năm 2013 của thành phố Hải Phòng, mà một trong những nguyên nhân trực tiếp là thành phố đã xác định: KH&CN là nền tảng và động lực để đổi mới mô hình tăng trưởng.

Đứng trước yêu cầu phát triển nhanh, bền vững, trong những năm qua, thành phố Hải Phòng đã xác định phát triển KH&CN là một trong những động lực quan trọng nhất để phát triển kinh tế - xã hội; là nền tảng và động lực để đổi mới mô hình tăng trưởng; tiêu chí nâng cao sức mạnh tổng hợp, nâng cao năng suất, chất lượng, hiệu quả, năng lực cạnh tranh của nền kinh tế; là một trong những khâu đột phá để phát triển nhanh và bền vững thành phố. Một số kết quả nổi bật về KH&CN của Hải Phòng năm 2013 có thể kể đến gồm:

Một là, đã triển khai thực hiện nghiêm túc và có kết quả Nghị quyết 20-NQ/TW về KH&CN.

Ngay sau khi Nghị quyết 20-NQ/TW được ban hành, Thành ủy Hải Phòng đã chỉ đạo xây dựng

Nghị quyết về phát triển KH&CN của thành phố. Đến nay, Thành ủy, HĐND thành phố đã ban hành Nghị quyết về phát triển KH&CN phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa và hội nhập quốc tế của thành phố Hải Phòng đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030. Trên cơ sở đó, UBND thành phố đã ban hành Chiến lược phát triển KH&CN thành phố Hải Phòng đến năm 2020, định hướng đến năm 2030. Đồng thời phê duyệt 11 chương trình KH&CN, trong đó có 6 chương trình nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ, 5 chương trình KH&CN trọng điểm.

Hai là, thực hiện tốt việc chuyển đổi hoạt động của các đơn vị sự nghiệp KH&CN công lập sang cơ chế tự chủ, tự chịu trách nhiệm theo Nghị định 115/2005/NĐ-CP của Chính phủ.

Sở KH&CN Hải Phòng có 6 đơn vị sự nghiệp KH&CN công lập thuộc diện chuyển đổi. Trong năm 2013, Sở KH&CN đã tham mưu cho UBND thành phố ra quyết định phê duyệt chuyển đổi 4 đơn vị sang hoạt động theo cơ chế tự chủ, tự chịu trách nhiệm (gồm Trung tâm Thông tin KH&CN, Trung tâm Khoa học xã hội và nhân văn, Trung tâm Kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng, Sàn giao dịch công nghệ và thiết bị). Năm 2013, kết quả hoạt động theo cơ chế mới đã mang lại nguồn thu cho các đơn vị tăng từ 1,5 đến 2 lần.

Ba là, cơ bản hoàn thành việc xây dựng và áp dụng Hệ thống quản lý chất lượng theo tiêu chuẩn TCVN ISO 9001:2008 vào hoạt động tại tất cả các sở/ ngành, quận/huyện, xã/phường/thị trấn với việc ISO hóa hàng vạn thủ tục hành chính.



Hải Phòng có 15 quận/huyện, 19 sở/ban ngành, 12 chi cục/ban/trung tâm thuộc các sở, 223 xã/phường/thị trấn. Tính đến tháng 6.2013, đã hoàn thành việc xây dựng và áp dụng Hệ thống quản lý chất lượng theo tiêu chuẩn TCVN ISO 9001:2008 vào hoạt động tại tất cả các đơn vị, với 4.709 thủ tục hành chính (hoàn thành trước thời hạn yêu cầu 6 tháng). Các thủ tục này đã được bàn giao cho Sở Tư pháp để giám sát thực hiện.

Bốn là, đẩy mạnh ứng dụng công nghệ thông tin, góp phần hiện đại hóa và nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước về KH&CN trên địa bàn.

Triển khai thực hiện Kế hoạch của UBND thành phố về đẩy mạnh ứng dụng công nghệ thông tin trong các cơ quan nhà nước đến 2015, KH&CN thành phố là ngành đi đầu trong việc đẩy mạnh ứng dụng công nghệ thông tin, góp phần hiện đại hóa và nâng cao hiệu lực, hiệu quả quản lý nhà nước về KH&CN trên

địa bàn, như: sử dụng hệ thống văn phòng điện tử để điều hành hoạt động trong Sở với 150 cán bộ, nhân viên, 13 phòng và đơn vị trực thuộc; trang bị máy tính và kết nối hệ thống điều hành đến cán bộ chuyên trách KH&CN của 15 quận/huyện. Bảo đảm kết nối làm việc ở bất cứ nơi đâu, thời gian nào; 100% thủ tục hành chính thuộc Sở thực hiện dịch vụ công trực tuyến trên hệ thống cổng thông tin điện tử (nhận hồ sơ và trả kết quả trên mạng); trang bị các phần mềm chuyên ngành về quản lý nhiệm vụ KH&CN, quản lý công nghệ, sở hữu trí tuệ, nguồn lực KH&CN...

Năm là, đổi mới và nâng cao hiệu quả hoạt động của Sàn giao dịch công nghệ và thiết bị, góp phần thúc đẩy phát triển thị trường KH&CN.

Với quan điểm Sàn giao dịch công nghệ và thiết bị là đơn vị hỗ trợ toàn diện việc phát triển thị trường KH&CN, thành phố đã phê duyệt, xác định lại vị trí, chức năng nhiệm vụ, tổ chức bộ máy,

cơ chế hoạt động của Sàn theo Nghị định 115/2005/NĐ-CP. Một số kết quả nổi bật của Sàn năm 2013 như sau:

Doanh thu tăng 1,7 lần so với năm 2012.

Đã tổ chức kết nối 55 cuộc gặp gỡ cho các tổ chức, doanh nghiệp thương thảo ký kết hợp đồng. Hỗ trợ 3 doanh nghiệp tiếp cận nguồn vốn ưu đãi của Quỹ tín dụng ủy thác xanh; 1 doanh nghiệp tiếp cận Quỹ phát triển KH&CN quốc gia; 3 doanh nghiệp tiếp cận hỗ trợ chuyển giao công nghệ từ nguồn kinh phí chương trình khuyến công; 2 doanh nghiệp tiếp cận nguồn vay ưu đãi của ngân hàng... Tư vấn cho 3 doanh nghiệp làm thủ tục đăng ký doanh nghiệp KH&CN (có 2 doanh nghiệp đã được cấp giấy chứng nhận).

Sàn trực tuyến (chợ ảo) đã thu hút 97.931 lượt người truy cập; 269 giao dịch, trao đổi, thỏa thuận ký kết hợp đồng; 574 đơn vị đăng ký là nhà cung cấp công nghệ, thiết bị trên sàn (trong đó có 33 doanh nghiệp là thành viên Vàng đóng phí); cập nhật biên tập 350 tin/bài về công nghệ và đổi mới công nghệ, 2.338 thông tin công nghệ (nâng tổng số nhà cung cấp tham gia chào bán trên sàn ảo là 1.021, với 4.429 thông tin công nghệ chào bán); sàn ảo đã cung cấp 95 thông tin về công nghệ và thiết bị cho các doanh nghiệp có nhu cầu; trưng bày, giới thiệu 520 thông tin công nghệ mới tại khu trưng bày của Sàn.

Đã tổ chức 10 cuộc hội thảo, trình diễn công nghệ; 10 khóa đào tạo nâng cao nhận thức và kỹ năng quản lý, đổi mới công nghệ cho các doanh nghiệp (với hơn 500 người tham gia); tổ chức



Kỳ họp thứ 6 HĐND thành phố Hải Phòng Khóa XIV
thông qua Nghị quyết về phát triển KH&CN

được 2 đợt tham quan khảo sát công nghệ cho các doanh nghiệp; tổ chức 1 cuộc triển lãm mini về công nghệ thông tin; tham gia các hội chợ công nghệ và thiết bị do Bộ KH&CN tổ chức.

Tuy nhiên, bên cạnh những kết quả đạt được, KH&CN Hải Phòng còn một số hạn chế, như:

Trình độ tổng thể về KH&CN của thành phố còn khoảng cách với các thành phố lớn của cả nước và khoảng cách khá xa so với các nước trong khu vực. Số lượng các công trình nghiên cứu KH&CN mang tính quốc tế, quốc gia còn quá ít. Trong một số lĩnh vực, trình độ KH&CN còn lạc hậu, chất lượng nghiên cứu khoa học chưa cao; nhân tài trên các lĩnh vực kinh tế mũi nhọn thiếu, đầu tư cho KH&CN còn hạn chế.

Nhận thức về vai trò của KH&CN của nhiều cấp ủy, chính quyền và doanh nghiệp chưa đầy đủ; hiệu quả của hoạt động nghiên cứu - triển khai trong một số lĩnh

vực còn thấp; cơ cấu lĩnh vực, ngành nghiên cứu KH&CN thiếu hợp lý, như nghiên cứu trong các lĩnh vực kinh tế môi trường, kinh tế đô thị, quy hoạch và quản lý quy hoạch không gian biển, vùng bờ, các lưu vực sông...; thiếu những cơ chế chính sách khuyến khích, hỗ trợ cho công tác nghiên cứu KH&CN trong các lĩnh vực trọng điểm nhằm nâng cao sức mạnh tổng hợp của thành phố thông qua các ngành, lĩnh vực có nhiều lợi thế so sánh; nhiều nhiệm vụ KH&CN chưa gắn với nhu cầu phục vụ sản xuất và phát triển, các doanh nghiệp nghiên cứu ứng dụng, chuyển giao KH&CN còn hạn chế; chất lượng nguồn nhân lực KH&CN còn nhiều bất cập, thiếu chuyên gia, các nhà nghiên cứu KH&CN trong các ngành công nghệ cao.

Trong thời gian tới, để đáp ứng yêu cầu phát triển nhanh, bền vững, thành phố Hải Phòng đã xác định: KH&CN cần hướng vào các mục tiêu phát triển kinh

tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng - an ninh của thành phố; với cơ cấu kết hợp nhiều trình độ, nhiều tầng, lấy ứng dụng là chính, bảo đảm hiệu quả và vững chắc. Ưu tiên phát triển một số lĩnh vực công nghệ tiên tiến, công nghệ cao làm đòn bẩy cho công nghiệp hoá, hiện đại hoá các ngành, lĩnh vực trọng điểm; lựa chọn công nghệ thích hợp, không gây ô nhiễm môi trường.

Ngành KH&CN Hải Phòng cũng đã và đang tập trung đổi mới cơ bản và toàn diện hệ thống tổ chức, các cơ chế chính sách về KH&CN phù hợp với cơ chế thị trường định hướng xã hội chủ nghĩa. Ưu tiên và tập trung mọi nguồn lực cho phát triển KH&CN. Tập trung đầu tư vào các lĩnh vực trọng điểm, đồng thời đẩy mạnh xã hội hoá hoạt động KH&CN, coi doanh nghiệp và các đơn vị dịch vụ công là trung tâm của đổi mới và chuyển giao công nghệ, là nguồn cầu quan trọng nhất của thị trường KH&CN. Xác định đầu tư cho nhân lực KH&CN là đầu tư cho phát triển bền vững; tập trung xây dựng, phát triển và trọng dụng đội ngũ nhân lực KH&CN. Coi trọng xây dựng và sử dụng hợp lý tiềm lực KH&CN của thành phố; chú trọng phát huy vị thế của Hải Phòng, tranh thủ tối đa tiềm lực KH&CN của Trung ương và chủ động hội nhập quốc tế.

Xây dựng và phát triển Hải Phòng trở thành trung tâm ứng dụng, chuyển giao KH&CN của vùng duyên hải Bắc Bộ và của cả nước trong lĩnh vực khoa học về biển, khoa học môi trường vào năm 2030 ■